

2006/08/01 17:02

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

G03F 7/20

H01L 21/027

(22)Date of filing : 29.06.2001 (72)Inventor : OKUYAMA
TAKASHI

(57)Abstract:

SOLUTION: The predetermined pattern is plotted on the plotting surface through the multiple exposure by using the exposure units (181 to 188; 201 to 207) having the large number of modulation elements arranged in a matrix shape. The exposure units relatively and continuously move at a predetermined constant speed along one array direction of the modulation elements of the exposure units to the

direction moves at a prescribed distance relatively to the plotting surface, the modulation elements are sequentially operated by the same bit data to modulate light incident thereon. Modulation time by the modulation elements is a time period while the exposure units travel, to the plotting surface, a distance equal to or less than the size of one pixel exposure region to be obtained on the plotting surface by the modulation elements.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the multiplex exposure drawing approach which draws a predetermined pattern by multiplex exposure on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix. The movement phase to which said exposure unit is relatively moved continuously with predetermined constant speed along one array direction of the modulation element of this exposure unit to said drawing surface, It consists of the modulation phase of modulating the light which the modulation element is made operating sequentially with the same bit data every, and carries out incidence there whenever a series of modulation elements arranged at the regular intervals of said modulation elements arranged in said array direction move only predetermined distance relatively to said drawing surface. It is the multiplex exposure drawing approach characterized by considering as time amount while said exposure unit moves relatively the distance below the size of the 1-pixel exposure field which should be obtained on said drawing surface to said drawing surface by this modulation element about the modulation time amount in said modulation phase.

[Claim 2] The multiplex exposure drawing approach characterized by making said predetermined distance into the integral multiple of die length which meets in said array direction of the size of said 1-pixel exposure field in the multiplex exposure drawing approach according to claim 1.

[Claim 3] The multiplex exposure drawing approach that the count of exposure at the time of drawing said predetermined pattern by multiplex exposure is characterized by being in agreement with the numeric value which *(ed) the array die length of the modulation element arranged in said array direction of said exposure unit in said predetermined distance in the multiplex exposure drawing approach according to claim 2.

[Claim 4] It is multiplex exposure drawing equipment which draws a

predetermined pattern by multiplex exposure on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix. The migration means to which said exposure unit is relatively moved continuously with predetermined constant speed along one array direction of the modulation element of this exposure unit to said drawing surface, A modulation means to modulate the light which the modulation element is made to operate sequentially with the same bit data every, and carries out incidence there whenever a series of modulation elements arranged at the regular intervals of said modulation elements arranged in said array direction move only predetermined distance relatively to said drawing surface, So that it may become time amount while said exposure unit moves relatively the distance below the size of the 1-pixel exposure field which should be obtained on said drawing surface to said drawing surface by this modulation element about the modulation time amount by said modulation means Multiplex exposure drawing equipment which possesses the control means for controlling said modulation means, and changes.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the drawing approach and drawing equipment which draw a predetermined pattern on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, drawing equipment which was mentioned above is used in order to draw notations, such as a detailed pattern and an alphabetic character, optically on the front face of the suitable drawn body. As a typical example of use, drawing of the circuit pattern at the time of manufacturing a printed circuit board by the technique of photograph RIZOGURAFI (photolithography) is mentioned, and the drawn body serves as a photoresist layer on the sensitive film for photo masks, or a substrate in this case.

[0003] A series of processes until it results [from the design process of a circuit pattern] in a drawing process in recent years are unified and systematized, and drawing equipment is bearing a wing of such an integration system. The CAD (Computer Aided Design) station for designing the circuit pattern other than drawing equipment, the CAM (Computer Aided Manufacturing) station which performs edit processing to the circuit pattern data (vector data) obtained at this CAD station are established in an integration system. The vector data by which edit processing was carried out at the vector data or the CAM station created at the CAD station are transmitted to drawing equipment, and after being changed into raster data there, they are stored in bit map memory.

[0004] An exposure unit may consist of for example, a digital micro mirror device (DMD) or a LCD (liquid crystal display) array. As everyone knows, the flux of light which the micro mirror was arranged in the shape of a matrix,

and the reflective direction of each micro mirror was controlled independently, and was introduced into the whole reflector of DMD for this reason is divided into the reflector of DMD as a reflected light bundle by each micro mirror, and, for this reason, each micro mirror functions on it as a modulation element. Moreover, in a LCD array, liquid crystal is enclosed between the transparence substrates of a pair, the detailed transparent electrode of an a large number pair each other adjusted by the transparence substrate of those both sides is arranged in the shape of a matrix, transparency and nontransparent of the flux of light are controlled by whether an electrical potential difference is impressed to the transparent electrode of each pair, and, for this reason, a pair each of transparent electrodes function as a modulation element.

[0005] The suitable light equipment (for example, LED (light emitting diode), an ultrahigh pressure mercury lamp, a xenon lamp, a flash lamp, etc.) according to the sensitization property of the drawn body is formed in drawing equipment, and image formation optical system is included in an exposure unit. It is made to introduce into an exposure unit the flux of light injected from the light source through a suitable illumination-light study system, and each modulation element of an exposure unit modulates the flux of light which carried out incidence there according to circuit pattern data (raster data), and thereby, a circuit pattern is exposed on the drawn body (photoresist layer on the sensitive film for photo masks, or a substrate), and it is drawn optically. In this case, when the scale factor of the image formation optical system which the size of the pixel of a drawing circuit pattern became a thing corresponding to the size of a modulation element, for example, was mentioned above is actual size, the size of the pixel of a drawing circuit pattern and the size of a modulation element become equal substantially.

[0006] Usually, the drawing-surface product of the circuit pattern which should be drawn by the drawn body is farther [than the exposure area by the exposure unit] large, and in order to draw the whole circuit pattern on the drawn body for this reason, it is necessary to scan the drawn body in an exposure unit. That is, it is necessary to draw a circuit pattern partially and to obtain the circuit pattern of the whole, moving an exposure unit relatively to the drawn body. So, in the former, a movable drawing table is prepared in drawing equipment along a predetermined scanning direction, and an exposure unit is arranged above the moving trucking of this drawing table at a fixed position. The drawn body is positioned by the predetermined location on a drawing table, and the whole circuit pattern will be obtained by carrying out sequential drawing partially and adding a circuit pattern, moving a drawing table intermittently along a scanning direction. In addition, about such an exposure method, it is called a step-and-repeat (Step & Repeat) method.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to draw the whole circuit pattern if it is in the conventional case as explained above, it is required to move a drawing table intermittently. Therefore, whenever all the drawing time amount that drawing of the whole circuit pattern takes stops the grand total and the drawing table of the transit time at the time of moving a drawing table intermittently, it becomes what added together the grand total of the time amount of the exposure actuation performed every, and for this reason, the point that drawing of the whole circuit pattern takes great time amount poses a problem.

[0008] Moreover, if this drawing table is not accelerated and slowed down frequently, it learns moving a drawing table intermittently, and flume ***** is meant, a big burden starts at the drive system of a drawing table at the time of acceleration and moderation of such a drawing table, and the point that this drive system tends to receive and receive failure for this reason also becomes with a trouble.

[0009] Furthermore, as one of the peculiar troubles accompanying the conventional exposure method (namely, step-and-repeat method), when at least one modulation element in an exposure unit stops functioning normally, it is mentioned into a drawing circuit pattern that the part corresponding to the modulation element appears as a pixel defect. Of course, when at least one of many modulation elements in an exposure unit stops functioning normally, in order to guarantee drawing of a circuit pattern without a pixel defect, it is necessary to exchange the whole exposure unit for a new thing. [at least]

[0010] Therefore, the purpose of this invention is the drawing approach and drawing equipment which draw a predetermined pattern on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix, and is offering the drawing direction and drawing equipment which were constituted so that the various troubles mentioned above could be canceled.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Let the drawing approach by this invention be the multiplex exposure drawing approach which draws a predetermined pattern by multiplex exposure on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix. The movement phase to which this multiplex exposure drawing approach is made to move an exposure unit continuously relatively with predetermined constant speed along one array direction of the modulation element of this exposure unit to a drawing surface, Whenever a series of modulation elements arranged at the regular intervals of the modulation elements arranged in this array direction move only predetermined distance

relatively to a drawing surface, the modulation phase of modulating the light which the modulation element is made operating sequentially with the same bit data every, and carries out incidence there is included. It considers as time amount while an exposure unit moves the distance below the size of the 1-pixel exposure field which should be obtained on a drawing surface to this drawing surface by this modulation element about the modulation time amount in a modulation phase.

[0012] In such a multiplex exposure drawing approach, it considers as the integral multiple of die length which meets in the array direction of the size of a 1-pixel exposure field about an above-mentioned predetermined distance. Moreover, the numeric value which ~~is~~(ed) the array die length of the modulation element arranged in the array direction of an exposure unit in an above-mentioned predetermined distance is made in agreement about the count of exposure at the time of drawing a predetermined pattern by multiplex exposure.

[0013] Let the drawing equipment by this invention be multiplex exposure drawing equipment which draws a predetermined pattern by multiplex exposure on a drawing surface using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix. A migration means to move an exposure unit to this multiplex exposure drawing equipment continuously relatively with predetermined constant speed along one array direction of the modulation element of this exposure unit to a drawing surface, A modulation means to modulate the light which the modulation element is made to operate sequentially with the same bit data every, and carries out incidence there whenever a series of modulation elements arranged at the regular intervals of the modulation elements arranged in this array direction move only predetermined distance relatively to a drawing surface, The control means which controls a modulation means to become time amount while an exposure unit moves the distance below the size of the 1-pixel exposure field which should be obtained on a drawing surface to this drawing surface by this modulation element about the modulation time amount by this modulation means is included.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Next, with reference to an accompanying drawing, 1 operation gestalt of the drawing equipment by this invention is explained.

[0015] First, if drawing 1 is referred to, the drawing equipment by this invention is roughly shown as a perspective view, and this drawing equipment is constituted so that direct writing of the circuit pattern may be carried out to the photoresist layer on the substrate for manufacturing a printed circuit board.

[0016] As shown in drawing 1 , drawing equipment possesses the pedestal 10

installed on a floor line, and the guide rail 12 of a pair is laid in parallel on this pedestal 10. The drawing table 14 can be carried on the guide rail 12 of a pair, and this drawing table 14 can move now to drawing 1 along with the guide rail 12 of a pair by driving with drive motors, such as a stepping motor, suitable drive, for example, ball screw etc., etc. which is not illustrated. It can be installed on the drawing table 14, a substrate, i.e., the drawn body, with a photoresist layer, and this drawn body can be suitably fixed now on the drawing table 14 with the suitable clamp means which is not illustrated at this time.

[0017] As shown in drawing 1, on a pedestal 10, the gate-like structure 16 is formed so that the guide rail of a pair may be straddled, and two or more exposure units are arranged in the direction of a right angle to the migration direction of the drawing table 14 on the top face of this gate-like structure 16 at two trains. Eight exposure units are contained in eye the 1st train, and these exposure unit is shown by reference marks 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, and 188. Moreover, seven exposure units are contained in eye the 2nd train, and these exposure unit is shown by 201, 202, 203, 204, 205, 206, and 207. the exposure unit (181 --188) of eye the 1st train, and the exposure unit (201 --207) of eye the 2nd train -- being the so-called -- it is arranged alternately. Namely, although both the array pitches of the exposure unit (181, --188;201, --207) of eye the 1st train and eye the 2nd train are equally made into the width of face for about two of an exposure unit, as for the array pitch of the exposure unit (201 --207) of eye the 2nd train, only the half-pitch is shifted to the array pitch of the exposure unit (181 --188) of eye the 1st train.

[0018] With this operation gestalt, each exposure unit (181, --188;201, --207) is constituted as a DMD unit, and the reflector of this DMD unit is formed from the micro mirror arranged in the shape of [of 1024x1280] a matrix. About installation of each DMD unit, it is carried out so that 1024 micro mirrors may be arranged along the migration direction of the drawing table 14. If it puts in another way, 1280 micro mirrors will be arranged in the direction of a right angle to the migration direction of the drawing table 14.

[0019] As shown in drawing 1, the light source 22 is formed in the part where the top face of the gate-like structure 16 is suitable, two or more LED (light emitting diode) is prepared in this light source 22, it is condensed and the light obtained from these LED is injected from the exit hole of the light source 22 as the parallel flux of light. 15 fiber optic cable bundles are connected to the exit hole of the light source 22, each fiber optic cable is installed to each of 15 DMD units (181, --188;201, --207), and, thereby, light is introduced from the light source 22 to each DED unit. In addition, in drawing 1, in order to avoid complication of illustration, the fiber optic cable is not illustrated.

[0020] Reference of drawing 2 illustrates the function of a DMD unit (181, --188;201, --207) as a conceptual diagram. In this drawing, a reference mark 24 shows the reflector of each DMD unit, and this reflector 24 is formed from the micro mirror arranged in the shape of [of 1024x1280] a matrix as already stated. Moreover, as shown in drawing 2 , the illumination-light study system shown on the whole by the reference mark 26 and the image formation optical system shown on the whole by the reference mark 28 are included in each DMD unit.

[0021] It is combined as optically [the illumination-light study system 26] as the fiber optic cable 30 with which convex lens 26A was installed from the light source 22 including convex lens 26A and collimate lens 26B. By such illumination-light study system 26, the flux of light injected from the fiber optic cable 30 is fabricated by the parallel flux of light LB which illuminates the whole reflector 24 of a DMD unit (181, --188;201, --207). 1st convex lens 28A, reflector 28B, and 2nd convex lens 28C are contained in the image formation optical system 28, and the scale factor of this image formation optical system 28 is made into actual size (scale factor 1).

[0022] Each micro mirror contained in each DMD unit (181, --188;201, --207) is operated so that rotation displacement may be carried out between the 2nd reflective location reflected so that the 1st reflective location and this flux of light which makes the image formation optical system 28 turn and reflect the flux of light which carried out incidence there may be diverted from the image formation optical system 28. At drawing 2 , when the optical axis of the flux of light by which was reflected from there and incidence was carried out to the image formation optical system 28 when the micro mirror of arbitration was put on the 1st reflective location is shown by the reference mark LB1 and this micro mirror is put on the 2nd reflective location, the optical axis of the flux of light which was reflected from there and diverted from the image formation optical system 28 is shown by the reference mark LB2.

[0023] In drawing 2 , the drawing surface of the drawn body installed on the drawing table 14 is shown by the reference mark 32, and image formation of the reflector of a micro mirror is carried out on this drawing surface 32 by the flux of light (LB1) by which incidence was carried out to the image formation optical system 28. For example, since the scale factor of the image formation optical system 28 is actual size supposing the size of each micro mirror contained in each DMD unit (181, --188;201, --207) is 20micrometerx20micrometer, image formation of the reflector of a micro mirror is carried out as a 20micrometerx20micrometer exposure field on a drawing surface 32, and it becomes 1 pixel at the time of this exposure field drawing a circuit pattern on the drawn body. In short, drawing of a circuit pattern is performed by this operation gestalt in 20micrometerx20micrometer

pixel size.

[0024] In each drawing unit (181, --188;201, --207), although each micro mirror is usually put on the 2nd reflective location, i.e., non-exposing location, when performing exposure actuation, the rotation variation rate of the micro mirror is carried out from the 2nd reflective location (non-exposing location), the 1st reflective location, i.e., exposure location. the rotation to the exposure location of a micro mirror from a non-exposing location -- about control of a variation rate, according to circuit pattern data (raster data), it is carried out so that it may mention later. In addition, in drawing 2 , on account of illustration, although the flux of light (LB2) diverted from the image formation optical system 28 is also turned to the drawing surface 32, it cannot be overemphasized that it is processed so that a drawing surface 32 may not be reached about such the flux of light (LB2) in fact.

[0025] When all the micro mirrors contained in each DMD unit (181, --188;201, --207) are put on the 1st reflective location, i.e., exposure location The total luminous flux (LB1) reflected from all micro mirrors is made to carry out incidence to the image formation optical system 28. For this reason, on a drawing surface 32, all the exposure fields by the reflector of a DMD unit are obtained, it is set to $\mu(1024 \times 20) \text{ m} \times (1280 \times 20) \text{ m}$ about the size of all those exposure fields, and, of course, the total number of pixels contained there becomes 1024×1280 pieces.

[0026] For convenience, as shown in drawing 3 , a X-Y rectangular coordinate system is defined here on the flat surface containing the drawing surface 32 of the drawn body of the following explanation. In addition, the slash fields shown by the reference mark Z181 thru/or Z188 in this drawing are all exposure fields obtained on a X-Y flat surface as eight exposure units (181 --188) of eye the 1st train be alike, respectively. The slash fields shown by the reference mark Z201 thru/or Z207 are all exposure fields obtained on a X-Y flat surface as seven exposure units (201 --207) of eye the 2nd train be alike, respectively. Moreover, in order to clarify the relative position of the drawing table 14 to a X-Y rectangular coordinate system, this drawing table 14 is illustrated by the fictitious outline (two-dot chain line). The X-axis of a X-Y rectangular coordinate system is parallel to the migration direction of the drawing table 14, and the Y-axis was made parallel to the array direction of an exposure unit (181, --188;201, --207), and, moreover, it is in contact with the boundary of all the exposure fields (Z181, --Z188) by the exposure unit (181 --188) of eye the 1st train so that clearly from drawing 3 .

[0027] At the time of the drawing actuation by drawing equipment, the drawing table 14 is moved to the negative side of the X-axis with constant speed, and thereby, the drawn body on the drawing table 14 may be scanned as it is also at the reflected light bundle from each micro mirror of an exposure unit (181, --188;201, --207). During migration of the drawing table

14, therefore, first The DMD unit (181 --188) of eye the 1st train Exposure actuation is carried out. Eight complete exposure fields (Z181, --Z188) By only predetermined timing being overdue, carrying out exposure actuation of the exposure unit (201 --207) of eye the 2nd train, and forming seven complete exposure fields (Z201, --Z207) on a drawing surface 32, after forming on a drawing surface 32 It is possible to align eight complete exposure fields (Z181, --Z188) and seven complete exposure fields (Z201, --Z207) in accordance with Y shaft orientations on a drawing surface 32, and the total number of pixels contained in each one line which meets Y shaft orientations at this time becomes 1280x15 pieces.

[0028] Moving the drawing table 14 continuously with predetermined constant speed, if it is in the drawing equipment by this invention, according to circuit pattern data (raster data), the drawing method which draws by multiplex exposure is taken, and a circuit pattern is explained below about the principle of such a drawing method.

[0029] First, with reference to drawing 4 and drawing 5, a 1-pixel definition by the drawing method by this invention is explained. When the micro mirror of the arbitration of a DMD unit (181, --188;201, --207) is made to carry out a rotation variation rate, the 1st reflective location, i.e., exposure location, the 2nd reflective location, i.e., non-exposing location, by drawing 4 The 1-pixel exposure field projected on the drawn body (image formation) is shown as a slash field, and size of this 1-pixel exposure field is made CxC by the flux of light reflected from the reflector of this micro mirror. In addition, with this operation gestalt, as mentioned above, it is C= 20 micrometers. If it is in the drawing method by this invention, after the drawing table 14 is continuously moved with constant speed and the drawing table 14 moves only the distance d below C (20 micrometers) toward the negative side of the X-axis, an above-mentioned micro mirror is returned to a non-exposing location (2nd reflective location) from an exposure location (1st reflective location). In short, the time amount by which a micro mirror is stopped by the exposure location turns into the exposure time, and this exposure time is in agreement with the time amount to which the drawing table 14 moves only distance d ($d < C$) toward the negative side of the X-axis.

[0030] It seems that a 1-pixel exposure field will move a drawing-surface 32 top only for that initial exposure location (a broken line shows) to the distance d to the forward side of the X-axis into such the exposure time as shown in drawing 5, and distribution of the light exposure of all the exposure sections TE met at X shaft orientations of a 1-pixel exposure field at this time is shown in the graph of drawing 6 if it puts in another way. Namely, if a 1-pixel exposure field shall move toward the forward side of the X-axis Light exposure increases gradually toward the maximum light exposure p over the migration length section (d) of the following limb from zero. Subsequently, the

maximum light exposure p is maintained over the maximum light exposure section ME, and light exposure decreases gradually toward zero over the migration length section (d) of the guidance edge of this 1-pixel exposure field from the maximum light exposure p continuously.

[0031] If [distribution / such / light exposure] light exposure with a light exposure of $p/2$ or more section C', this light exposure section C' is in agreement with the size C in alignment with X shaft orientations of a 1-pixel exposure field. In this way, as shown in drawing 7, a with a light exposure of $p/2$ or more light exposure field (slash field) will have size (C'xC) equal to the 1-pixel exposure field of the beginning, and such a light exposure field is defined as a 1-pixel exposure field by the drawing method by this invention. In addition, about the concrete numeric value of light exposure $p / 2$, it is set up based on the sensibility of the drawn bodies (photoresist layer etc.), and parameters, such as optical reinforcement of light equipment and the exposure time (distance d), are determined that the light exposure of such a setting numeric value is obtained.

[0032] Next, the method of drawing at the time of actually drawing a circuit pattern by the 1-pixel exposure field defined as mentioned above is explained concretely.

[0033] First, reference of drawing 8 shows typically some circuit pattern data (raster data) developed on bit map memory. Line number N shown in this drawing corresponds to the number of drawing Rhine by which sequential drawing should be carried out along with a Y-axis on a drawing surface 32, and each Rhine consists of 1280x15 bit data. As shown in drawing 8, 1280x15 bit data contained in each Rhine are divided into the 1st thru/or the 15th group every 1280 bits. Exposure actuation of eight DMD units (181 --188) of eye the 1st train is performed according to the odd-numbered group's bit data, respectively, and exposure actuation of seven DMD units (201 --207) of eye the 2nd train is performed according to the even-numbered group's bit data, respectively.

[0034] As shown in drawing 8, for the following instantiation-explanation at the time of carrying out exposure actuation of DMD181 according to the drawing method by this invention, "1" is given to 4 bits of high orders of the 1st group's line number 1 thru/or each of 9, and "0" is given to the remaining 1276 bits. In addition, in drawing 8, all are shown by D about other bit data, and the value of either "1" or "0" is given to this D.

[0035] Reference of drawing 9 shows typically the procedure at the time of drawing by the DMD unit 181 according to the 1st group's bit data. In addition, during drawing actuation, although the drawing table 14 is made to move toward the negative side along with the X-axis in fact, it considers as the thing of explanation which the DMD unit 181 moves toward the forward side along with the X-axis for convenience here.

[0036] When the DMD unit 181 arrives at the drawing starting position on the drawing surface 32 of the drawn body (Namely, when the drawing starting position on a drawing surface 32 reaches a Y-axis), Each of 1280 micro mirrors of the 1st line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] contained in the 1st group's line number 1. Thereby, the 1st exposure actuation of the DMD unit 181 is performed. That is, only four micro mirrors corresponding to high order 4 bit data "1" of the 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 1 are made to carry out a rotation variation rate to an exposure location (1st reflective location) from a non-exposing location (2nd exposure location), respectively. As explained with reference to drawing 4 thru/or drawing 7 , it considers as the time amount to which the DMD unit 181 moves only distance d ($d < C$) toward the forward side of the X-axis, the time amount, i.e., the exposure time, by which each micro mirror is stopped by the exposure location. In this way, as shown in drawing 9 , on the drawing surface 32 of the drawn body, the 1-pixel exposure field for 4 pixels (slash field) is obtained by four above-mentioned micro mirrors at the time of the 1st exposure actuation. If the distance (size 4 times the distance [for example,] of a pixel) A of the integral multiple of pixel size (C) is moved by the DMD unit 181 toward the forward side of the X-axis from a drawing starting position after the 1-pixel exposure field for 4 pixels (slash field) is formed of the 1st exposure actuation, the 2nd exposure actuation will be started.

[0037] At the time of the 2nd exposure actuation, as shown in drawing 9 , each of 1280 micro mirrors of the 1st line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 5. Each of 1280 micro mirrors of the 2nd line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 4. Each of 1280 micro mirrors of the 3rd line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 3. Similarly each of 1280 micro mirrors of the 4th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 2, and each of 1280 micro mirrors of the 5th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 1.

[0038] Of course, it is supposed that the exposure time at the time of the 2nd exposure actuation is the same as the exposure time at the time of the 1st exposure actuation, and the 1-pixel exposure field for 4 pixels (slash field) is obtained on the drawing surface 32 of the drawn body by four micro mirrors corresponding to high order 4 bit data "1" contained in the 1st group's line number 1 thru/or each line number of 5 at this time,

respectively. For what should be observed here, the 1-pixel exposure fields for 4 pixels (slash field) obtained at the time of the 1st exposure actuation are high order 4 bit data of the 1st group's line number 1 at the time of the 2nd exposure actuation. I hear that double exposure is carried out according to "1", and it is. After initiation of the 2nd exposure actuation, if only distance A (= 4C) is again moved by the DMD unit 181 toward the forward side of the X-axis, the 3rd exposure actuation will be started.

[0039] At the time of the 3rd exposure actuation, as shown in drawing 9, each of 1280 micro mirrors of the 1st line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 9. Each of 1280 micro mirrors of the 2nd line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 8. Each of 1280 micro mirrors of the 3rd line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 operates according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 7. Similarly each of 1280 micro mirrors of the 4th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 6. Each of 1280 micro mirrors of the 5th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 5. Each of 1280 micro mirrors of the 6th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 4. Furthermore, each of 1280 micro mirrors of the 7th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 3. Each of 1280 micro mirrors of the 8th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 2. Each of 1280 micro mirrors of the 9th line in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is operated according to 1280 bit data [11110--00000] of the 1st group's line number 1.

[0040] On the drawing surface 32 of the drawn body, the 1-pixel exposure field for 4 pixels (slash field) will be obtained by four micro mirrors corresponding to high order 4 bit data "1" which that also of the exposure time at the time of the 3rd exposure actuation are the same as that of the exposure time at the time of the 1st exposure actuation, and are contained in the 1st group's line number 1 thru/or each line number of 9 at this time, respectively. The 1-pixel exposure fields for 4 pixels (slash field) obtained at the time of the 1st exposure actuation are high order 4 bit data of the 1st group's line number 1 by the time of the 2nd exposure actuation and the 3rd exposure actuation like an above-mentioned case. Mie exposure is carried out according to "1." Moreover, double exposure of the 1-pixel exposure field for 4 pixels (slash field) obtained with a line number 2 thru/or high order

4 bit data "1" of each of 5 at the time of the 2nd exposure actuation is carried out with a line number 2 thru/or high order 4 bit data "1" of each of 5 at the time of the 3rd exposure actuation.

[0041] as it could state above, whenever only distance A (=4C) is moved by the DMD unit 181 toward the forward side of the X-axis from a drawing starting position, exposure actuation is repeated every. Since the number of Rhine in alignment with the Y-axis of the DMD unit 181 is 1024, the number of cycles of exposure actuation is set to $1024 / 4 = 256$ in an above-mentioned example. Multiplex exposure of each of the 1-pixel exposure field for 4 pixels obtained with high order 4 bit data "1" which follow, for example, are contained in the 1st group's line number 1 will be carried out 256 times. If drawing 10 is referred to, the multiplex light exposure at the time of one of above-mentioned 1-pixel exposure fields being obtained by six multiplex exposure actuation will graph-ize, and will be illustrated, and, of course, the grand total of the multiplex light exposure will be set to 6p. If 256 multiplex exposure actuation is performed, the grand total of the multiplex light exposure will be set to 256p.

[0042] Also about the DMD unit 182 of others which are contained in eye the 1st train thru/or each of exposure actuation of 188, in the same mode as an above-mentioned case At the time of ***** by which it is carried out according to the bit data of the 3rd, the 5th, the 7th, the 9th, the 11th, the 13th, and the 15th group, and "1" is given to one of the bit data D Multiplex exposure is performed 256 times also about the 1-pixel exposure field corresponding to the bit data. Moreover, although carried out in the same mode as an above-mentioned case according to the bit data of the 2nd, the 4th, the 6th, the 8th, the 10th, the 12th, and the 14th group also with each of the DMD unit 201 contained in eye the 2nd train thru/or exposure actuation of 207 However, about the DMD unit 201 of eye the 2nd train thru/or the actuation timing of 207, only the DMD unit 181 of eye the 1st train the DMD unit 201 of eye two trains to 188 thru/or the shift distance s of X shaft orientations of 207 are delayed (drawing 3). That is, when the DMD unit 201 of eye the 2nd train thru/or 207 reach on the drawing surface 32 of the drawn body in a drawing starting position, the DMD unit 201 of eye the 2nd train thru/or the exposure actuation by 207 are started.

[0043] Although it considers as 256 times about the count of multiplex exposure by making distance A into 4 times of pixel size (C) in the above-mentioned example Such a count of exposure (namely, distance A) is decided based on the sensibility of the drawn body (this operation gestalt photoresist layer), the optical reinforcement of the light source 22, the rate of the drawing table 14, etc., and it is made to be obtained in desired light exposure about a 1-pixel each exposure field by this.

[0044] Reference of drawing 11 shows the control-block Fig. of the drawing

equipment by this invention. As shown in this drawing, the system-control circuit 34 is established in the drawing equipment by this invention, and this system-control circuit 34 consists of microcomputers. That is, the system-control circuit 34 consists of the memory (RAM) and the input/output interface (I/O) which store temporarily the read-only memory (ROM) which stores the program for performing a central processing unit (CPU) and various routines, a constant, etc., data, etc. and in which writing/read-out is free, and controls actuation of drawing equipment at large.

[0045] The system-control circuit 34 is connected to a CAD station or a CAM station through LAN (local area network), and the circuit pattern data (vector data) by which creation processing was carried out there are transmitted to the system-control circuit 34 from a CAD station or a CAM station. If a hard disk drive unit 36 is connected to the system-control circuit 34 as a data storage means and circuit pattern data (vector data) are transmitted to the system-control circuit 34 from a CAD station or a CAM station, circuit pattern data (vector data) are written in a hard disk drive unit 36, and, as for the system-control circuit 34, are once stored. Moreover, a keyboard 38 is connected to the system-control circuit 34 as external input equipment, and a various command signal, various data, etc. are inputted into the system-control circuit 34 through this keyboard 38.

[0046] In drawing 11 , a reference mark 40 shows a raster conversion circuit, and a reference mark 42 shows bit map memory. In advance of drawing actuation, circuit pattern data (vector data) are read from a hard disk drive unit 36, it is outputted to the raster conversion circuit 40, and this circuit pattern data (vector data) is changed into raster data by the raster conversion circuit 40. Thus, the changed circuit pattern data (raster data) are written in the bit map memory 42. The data-conversion processing by the raster conversion circuit 40 and the data writing in the bit map memory 42 are performed by the command signal inputted through a keyboard 38.

[0047] It seems that of course, the circuit pattern data (raster data) developed by the bit map memory 42 are typically shown in drawing 8 . That is, as explained with reference to drawing 8 , 1280x15 bit data are contained in one line shown by each line number N, and these 1280x15 bit data are divided into the 1st thru/or the 15th group every 1280 bits. As explained previously, exposure actuation of eight DMD units (181 —188) of eye the 1st train is performed according to the odd-numbered group's bit data, respectively, and, as for exposure actuation of seven DMD units (201 —207) of eye the 2nd train, exposure actuation is performed according to the even-numbered group's bit data, respectively.

[0048] In drawing 11 , a reference mark 44 shows a DMD drive circuit, and exposure actuation with eight DMD units (181 —188) of eye the 1st train

and seven DMD units (201 --207) of eye the 2nd train is controlled by this DMD drive circuit 44. Such exposure actuation is performed according to the bit data read from the bit map memory 42 for every line number, of course, and the line number from which bit data are read at this time is regularly changed according to the movement magnitude of the drawing table 14. In addition, in drawing 11, exposure actuation with eight DMD units (181 --188) of eye the 1st train and seven DMD units (201 --207) of eye the 2nd train is typically illustrated by the broken-line arrow head.

[0049] If the line number which should read bit data from each odd-numbered group of the bit map memory 42 is explained in case exposure actuation of eight DMD units (181 --188) of eye the 1st train is controlled by the DMD drive circuit 44. When a DMD unit (181 --188) arrives at the drawing starting position on the drawing surface 32 of the drawn body, The 1st exposure actuation is started and the bit data of a line number 1 are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 at this time (drawing 9). 1280 micro mirrors of the 1st line which meet the Y-axis of eight DMD units (181 --188) of eye the 1st train according to the bit data of this line number 1 are operated.

[0050] When a DMD unit (181 --188) moves only distance A to the forward side of the X-axis from a drawing starting position, the 2nd exposure actuation is started and the bit data from a line number 1 to a line number (A/C + 1) are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 at this time. In the example mentioned above, since it is A=4C, at the time of the 2nd exposure actuation, the bit data from a line number 1 to a line number 5 (=4 C/C + 1) are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 (drawing 9). 1280 micro mirrors of each Rhine of the 5th line which meets the Y-axis of eight DMD units (181 --188) of eye the 1st train according to these bit data thru/or the 1st line are operated.

[0051] Since exposure actuation of a DMD unit (181 --188) is repeated every whenever it moves to the forward side of the X-axis distance every A from a drawing starting position as mentioned above, the count i of exposure at the time of a DMD unit (181 --188) moving only distance S to the forward side of the X-axis from a drawing starting position can be expressed with the following formulas.

$i = \text{INT}[S/A] + 1$ -- here, Operator $\text{INT}[S/A]$ expresses the quotient of division S/A , and when it is $S < A$, it is defined as $\text{INT}[S/A] = 0$.

[0052] Therefore, last line number N of the bit data which should be read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 can be expressed with the following formulas at the time of the i-th exposure actuation.

$$N = ((i-1) * A / C + 1)$$

[0053] Moreover, in this operation gestalt, since the total number of Rhine in alignment with the Y-axis of each DMD unit (181 --188) is 1024, when the

last line number $(i-1) (*A/C + 1)$ exceeds 1024, the number of maximum Rhine of the bit data which should be read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 becomes 1024. For example, in an above-mentioned example ($A=4C$), when the count of exposure becomes the 257th time, last line number $N (=256*4 C/C + 1)$ of the bit data which should be read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 is set to 1025, and 1024 bit data of Rhine to a line number 1025 will be read from a line number 2 in this case.

[0054] Speaking generally, based on the following results of an operation, being able to decide the number of Rhine of the bit data which should be read from each odd-numbered group of the bit map memory 42.

$((i-1) *A/C + 1) - 1024 = I$ [0055] Namely, the bit data from a line number 1 to a line number $(i-1) (*A/C + 1)$ are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 at the time of $I \leq 0$. Moreover, when it is $I > 0$, the bit data from a line number $(I+1)$ to a line number $(i-1) (*A/C + 1)$ are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42. In addition, the total number of Rhine from a line number $(I+1)$ to a line number $(i-1) (*A/C + 1)$ becomes 1024.

[0056] In addition, in case exposure actuation of seven DMD units (201 ---207) of eye the 2nd train is controlled by the DMD drive circuit 44, it can say that it is the same as that of the case where it mentions above also about explanation of the line number which should read bit data from each even-numbered group of the bit map memory 42. That is, only the DMD unit 201 of eye [as opposed to the DMD unit 181 of eye the 1st train thru/or 188 in the timing at the time of reading bit data from each applicable Rhine of each even-numbered group of the bit map memory 42] the 2nd train thru/or the shift distance s of X shaft orientations of 207 are only delayed at the time of the exposure actuation by seven DMD units (201 ---207) of eye the 2nd train (drawing 3).

[0057] In drawing 11 , a reference mark 46 shows the drive motor for making the drawing table 14 drive in accordance with X shaft orientations. Of course, although the drive containing a ball screw etc. is made to intervene as previously stated between the drawing table 14 and the drive motor 46, such a drive is symbolically shown by the broken-line arrow head by drawing 11 . A drive motor 46 is constituted as a stepping motor, and the drive control is performed according to the driving pulse outputted from the drive circuit 48.

[0058] The drive circuit 48 is operated under control of X five-axis-control circuit 50, and this X five-axis-control circuit 50 is connected to X location detection sensor 52 formed in the drawing table 14. X location detection sensor 52 detects the location which detects the lightwave signal from the X -axis linear scale 54 installed along with the moving trucking of the drawing table 14, and meets X shaft orientations of the drawing table 14. In addition,

in drawing 11 , detection of the lightwave signal from the X-axis linear scale 54 is symbolically shown by the broken-line arrow head.

[0059] During migration of the drawing table 14, X location detection sensor 52 carries out sequential detection of a series of lightwave signals from the X-axis linear scale 54, and outputs them to X five-axis-control circuit 50 as a series of detecting signals (pulse). In X five-axis-control circuit 50, a series of detecting signals inputted there are processed suitably, and a series of control clock pulses are created based on the detecting signal. From X five-axis-control circuit 50, a series of control clock pulses are outputted to the drive circuit 48, and the driving pulse to a drive motor 46 is created in the drive circuit 48 according to the control clock pulse of a series of. In short, the drawing table 14 can be moved in accordance with X shaft orientations by the correctness according to the precision of the X-axis linear scale 54. In addition, the migration control of such a drawing table 14 itself is a well-known thing.

[0060] As shown in drawing 11 , X five-axis-control circuit 50 is connected to the system-control circuit 34, and, thereby, X five-axis-control circuit 50 is performed under control of the system-control circuit 34. On the other hand, a series of detecting signals (pulse) outputted from X location detection sensor 52 are inputted also into the system-control circuit 34 through X five-axis-control circuit 50, and, thereby, can always supervise the migration location in alignment with the X-axis of the drawing table 14 in the system-control circuit 34.

[0061] If drawing 12 thru/or drawing 14 are referred to, the flow chart of the drawing routine performed in the system-control circuit 34 will be shown, and activation of this drawing routine will be started by turning on the electric power switch (not shown) of drawing equipment.

[0062] At step 1201, it is judged whether the drawing initiation key assigned on the keyboard 38 was operated. In addition, before actuation of a drawing initiation key, transform processing from circuit pattern data (vector data) to raster data shall be performed, and it shall already be developed in circuit pattern data (raster data) at the bit map memory 42. Moreover, data, such as passing speed of the various data A required for activation of a drawing routine, for example, distance, drawing time amount, and the drawing table 14, shall be inputted through a keyboard 38, and shall already be stored in RAM of the system-control circuit 34.

[0063] If actuation of a drawing initiation key is checked at step 1201, it will progress to step 1202, and flags F1 and F2 will be initialized by "0" there, and Counters i and j will be initialized by "1."

[0064] A flag F1 is a flag for directing whether drawing actuation of the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train was completed. If the drawing actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train is completed, a flag F1 will

be rewritten from "0" to "1."

[0065] A flag F2 is a flag for directing whether the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train arrived at the drawing starting position on the drawing surface 32 of ****. If ***** is checked for the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train in a drawing starting position, a flag F2 will be rewritten from "0" to "1."

[0066] Counter i is ** which counts the count of the exposure actuation performed by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train, and counts the count of the exposure actuation to which Counter j is carried out by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train. Therefore, "1" is set to each of Counters i and j as initial value.

[0067] At step 1203, a drive motor 46 starts and the drawing table 14 is moved with predetermined constant speed toward the negative side of the X-axis from the home position. If it puts in another way, the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train will move to the forward side of the X-axis to the drawing table 14. In addition, on the drawing table 14, the drawn body shall be installed in the predetermined location, and it shall be specified to X-Y coordinate system by the drawing starting position on the drawing surface of the drawn body here in the home position of the drawing table 14.

[0068] At step 1204, it is supervised whether the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train arrived at the drawing starting position. If attainment of the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train to a drawing starting position is checked, it will progress to step 1205 and it will be judged whether a flag F1 is "0" there or it is "1." In an initial stage, since it is $F1=0$, it progresses to step 1206 and the following operations are performed there.

$I < -(i-1) (*A/C + 1) - 1024$ [0069] It is judged at step 1207 whether I is below "0." The semantics of the above-mentioned operation expression is as having already stated, and at the time of the 1st exposure actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train Although it progresses to step 1208 and the bit data to a line number $(i-1) (*A/C + 1)$ are read from the line number 1 of each odd-numbered group of the bit map memory 42 there since it is $I < 0$ however -- since it is set to $=(*A/C + 1) - 1$ at the time of $i = 1$ -- in this case -- this -- bit data are read from each odd-numbered group's line number 1.

[0070] At step 1210, the exposure actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train is started, and this exposure actuation turns into the 1st exposure actuation ($i = 1$). 1280 micro mirrors of the 1st line which, in short, meet the Y-axis of the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train according to the bit data read from the line number 1 of each odd-numbered group of the bit map memory 42 are operated, and, thereby, the 1st exposure actuation is started. It progresses to step 1211 after initiation of the 1st

exposure actuation, and it increments only "1" and the number of counts of Counter i prepares for the 2nd exposure actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train there.

[0071] At step 1212, it is judged whether a flag F2 is "0" or it is "1." In an initial stage, since it is $F2=0$, it progresses to step 1213 and it is judged whether then, the DMD unit (201 —207) of eye the 2nd train reached in the drawing starting position. In this initial stage, the DMD unit (201 —207) of eye the 2nd train arrives at a drawing starting position, since ***, it skips to step 1221 and it is judged whether the drawing actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train was completed.

[0072] In this initial stage, since the drawing actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train is not completed, it progresses to step 1222 from step 1221, and it is supervised whether the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train moved only distance d from the time of exposure actuation initiation there. Of course, as stated previously, distance d turns into distance below the size C of a 1-pixel exposure field (20 micrometers). If migration of the distance d by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train is checked at step 1222, it will progress to step 1223 and the exposure actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train will be suspended there.

[0073] At step 1224, it is supervised whether the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train moved only the multiple of distance A from the drawing starting position. If migration from the drawing starting position of the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train to the multiple of distance A is checked, it will return to step 1205. That is, the exposure actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train is repeated (step 1210), and the number of counts of Counter i is considered as "1" every increment (step 1211).

[0074] As stated previously, in the example of $A=4C$, multiplex exposure is performed 256 times about a 1-pixel exposure field. In such an example, since it is $I < 0$ until the number of counts of Counter i reaches 256, by the exposure actuation to the 256th time, the bit data from the line number 1 of each odd-numbered group of the bit map memory 42 to a line number $(i-1) (*A/C + 1)$ will be read (step 1208). However, if the number of counts of Counter i becomes 257 or more, it is set to $I > 0$, and it will progress to step 1209 from step 1207 at this time, and the line number to which bit data should be read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 there will become from $(I+1)$ to $((i-1) *A/C + 1)$. Of course, the total of Rhine where bit data are read from each odd-numbered group of the bit map memory 42 becomes 1024 in this case.

[0075] Then, during the exposure actuation by the DMD unit (181 —188) of eye the 1st train, if attainment of the DMD unit (201 —207) of eye the 2nd train to a drawing starting position is checked at step 1213, it will progress to step 1214 from step 1213, and a flag F2 will be rewritten from "0" to "1."

Subsequently, it progresses to step 1215 and the following operations are performed there.

$J < -(j-1) (*A/C + 1) - 1024$ [0076] It is judged at step 1216 whether J is below "0." The semantics of the above-mentioned operation expression is as having already stated, and at the time of the 1st exposure actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train Although it progresses to step 1217 and the bit data to a line number $(j-1) (*A/C + 1)$ are read from the line number 1 of each even-numbered group of the bit map memory 42 there since it is $J < 0$ however -- since it is set to $=(j-1) A/C + 1) 1$ at the time of $j = 1$ -- in this case -- this -- bit data are read from each even-numbered group's line number 1.

[0077] At step 1219, the exposure actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train is started, and this exposure actuation turns into the 1st exposure actuation ($j = 1$). 1280 micro mirrors of the 1st line which, in short, meet the Y-axis of the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train according to the bit data read from the line number 1 of each even-numbered group of the bit map memory 42 are operated, and, thereby, the 1st exposure actuation is started. It progresses to step 1220 after initiation of the 1st exposure actuation, and it increments only "1" and the number of counts of Counter j prepares for the 2nd exposure actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train there.

[0078] At step 1220, the number of counts of Counter j progresses to step 1221, after incrementing only "1", and it is judged whether the drawing actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train was completed there. When the drawing actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train is not completed, it progresses to step 1222 and it is supervised whether the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train moved only distance d from the time of exposure actuation initiation there. If migration of the distance d by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train is checked at step 1222, it will progress to step 1223 and the exposure actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train will be suspended there.

[0079] At step 1224, it is supervised whether the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train moved only the multiple of distance A from the drawing starting position. If migration from the drawing starting position of the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train to the multiple of distance A is checked at step 1224, it will return to step 1205. That is, the exposure actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train and the exposure actuation by the DMD unit of eye the 2nd train of eye the 2nd train (201 --207) are repeated (step 1210 and step 1219), and it increments the

number of counts of Counters i and j "1" every (step 1211 and step 1220). In addition, in this time, since it is $F2=1$, steps 1213 and 1214 will be bypassed from step 1212, and it will progress to step 1215.

[0080] The case of the exposure actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train, and in exposure actuation according to the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train similarly, in the example of $A=4C$, multiplex exposure is performed 256 times about a 1-pixel exposure field. Therefore, since it is $J < 0$ until the number of counts of Counter j reaches 256, in the exposure actuation to the 256th time, the bit data from the line number 1 of each even-numbered group of the bit map memory 42 to a line number $(j-1) (*A/C + 1)$ will be read (step 1217). However, if the number of counts of Counter j becomes 257 or more, it is set to $J > 0$, and it will progress to step 1218 from step 1216 at this time, and the line number to which bit data should be read from each even-numbered group of the bit map memory 42 there will become from $(J+1)$ to $((j-1) *A/C + 1)$. Of course, the total of Rhine where bit data are read from each even-numbered group of the bit map memory 42 becomes 1024 in this case.

[0081] If it is checked that the drawing actuation by the DMD unit (181 --188) of eye the 1st train has been completed at step 1221, it will progress to step 1225 from step 1221, and a flag $F1$ will be rewritten from "0" to "1" there. Subsequently, at step 1226, it is judged whether the drawing actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train was completed. When the drawing actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train is not completed, it progresses to step 1222 from step 1226, and it is supervised whether the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train moved only distance d from the time of exposure actuation initiation there. If migration of the distance d by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train is checked, it will progress to step 1223 and the exposure actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train will be suspended there.

[0082] At step 1224, it is supervised whether the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train moved only the multiple of distance A from the drawing starting position. If migration from the drawing starting position of the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train to the multiple of distance A is checked, also although it will return to step 1205 Since it is $F1=1$ at this time, it skips from step 1205 to step 1212. For this reason, only the exposure actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train is repeated (step 1219), and it increments the number of counts of Counter j "1" every (step 1220).

[0083] If it is checked that the drawing actuation by the DMD unit (201 --207) of eye the 2nd train has been completed at step 1226, will progress to step 1227 from step 1226, a drive motor 46 will be made to reverse-drive there, and the drawing table 14 will be returned toward the home position.

Subsequently, at step 1228, if it is supervised whether the drawing table 14 arrived at the home position and the attainment to the home position of the drawing table 14 is checked, the drive of a drive motor 46 will be stopped and activation of this routine will be completed.

[0084]

[Effect of the Invention] Since unlike the conventional exposure method held using an exposure unit with the modulation element of a large number arranged in the shape of a matrix, i.e., a step-and-repeat method, it can draw, moving this exposure unit continuously with constant speed relatively to a drawing table if it is in this invention so that clearly from the above publication, the operation effectiveness that the time amount needed for drawing of the whole circuit pattern can be shortened is acquired. In addition, although there is no concrete comparison about the drawing time amount of the whole both sides, however since it says that the exposure time is included throughout at the time of migration of a drawing table with the multiplex exposure drawing approach by this invention to the exposure time and the transit time of a drawing table being separate by the step-and-repeat method, about shortening of the drawing time amount of the whole by this invention, it is clear.

[0085] Moreover, like the conventional step-and-repeat method, if it is in this invention, since a drawing table is not moved repeatedly intermittently, accelerate a drawing table, and it is not necessary to decelerate it frequently, and the operation effectiveness that the drive system of a drawing table cannot break down easily for this reason is also acquired.

[0086] As one of the characteristic operation effectiveness acquired by this invention, even if some of modulation elements in an exposure unit stop functioning normally, the point that a circuit pattern can be drawn proper is also mentioned, without producing a pixel defect. Since each 1-pixel exposure field of a drawing circuit pattern is obtained by the multiplex exposure covering hundreds of exposure actuation or more, even if about several exposure actuation of them is not performed normally, it is because the total light exposure of the 1-pixel exposure field is fully obtained.

[0087] Moreover, even if there is unevenness of exposure resulting from the image formation optical system included in each exposure unit as another characteristic operation effectiveness acquired by this invention, the point that effect of the unevenness of exposure is made small because of hundreds of multiplex exposure or more is also mentioned.

[0088] As still more nearly another characteristic operation effectiveness acquired by this invention, even if the output of light equipment is low, the point which light exposure sufficient for hundreds of multiplex exposure or more can secure is also mentioned. If it puts in another way, it will use for the multiplex exposure drawing approach and multiplex exposure drawing

equipment by this invention, and **** light equipment can constitute cheaply.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline perspective view of the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 2] It is an outline conceptual diagram for explaining the function of the DMD unit used with the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 3] It is a top view for explaining the X-Y rectangular coordinate system defined on the flat surface containing the drawing surface of the drawn body on the drawing table of the multiplex exposure drawing equipment shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is the top view showing the 1-pixel exposure field obtained by each micro mirror of the DMD unit of the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 5] It is the same top view as drawing 4 , and the 1-pixel exposure field shown in drawing 4 is drawing showing the condition that only the distance below the size moved.

[Drawing 6] It is the graph which shows the light exposure distribution at the time of the 1-pixel exposure field shown in drawing 4 moving continuously to the location shown in drawing 5 .

[Drawing 7] It is the same top view as drawing 4 and drawing 5 , and is drawing showing the 1-pixel exposure field defined according to this invention based on the light exposure distribution shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is the mimetic diagram showing some drawing data (raster data) of the circuit pattern which should draw with the multiplex exposure drawing equipment by this invention in the condition of having been developed on bit map memory.

[Drawing 9] It is drawing for explaining the principle at the time of drawing a circuit pattern by the multiplex exposure method based on the drawing data of drawing 8 with the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 10] It is the graph which shows the multiplex light exposure of the 1-pixel exposure field at the time of being drawn by the multiplex exposure method shown in drawing 9 .

[Drawing 11] It is the block diagram of the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 12] It is a part of flow chart of the drawing routine performed with the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 13] It is the part of others of the flow chart of the drawing routine performed with the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Drawing 14] It is the remaining part of the flow chart of the drawing routine performed with the multiplex exposure drawing equipment by this invention.

[Description of Notations]

10 Pedestal

12 Guide Rail

14 Drawing Table

16 Gate-like Structure

181--188 Exposure unit of eye the 1st train

201--207 Exposure unit of eye the 2nd train

24 Reflector of Each DMD Unit

26 Illumination-Light Study System of Each DMD Unit

28 Image Formation Optical System of Each DMD Unit

30 Fiber Optic Cable

32 Drawing Surface

34 System-Control Circuit

36 Hard Disk Drive Unit

38 Keyboard

40 Raster Conversion Circuit

42 Bit Map Memory

44 DMD Drive Circuit

46 Drive Motor

48 Drive Circuit

50 X Five-Axis-Control Circuit

52 X Location Detection Sensor

54 X-axis Linear Scale

[Translation done.]

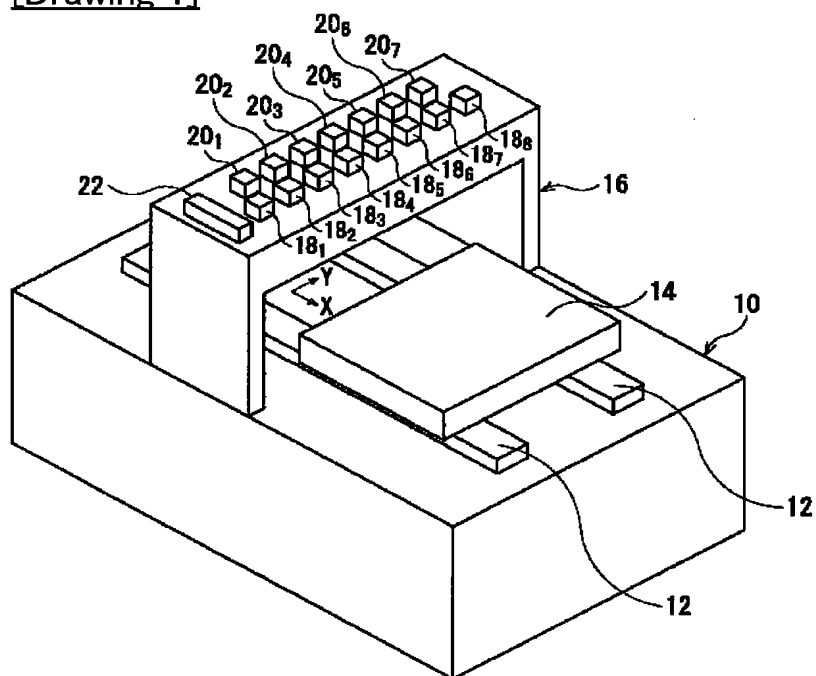
*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

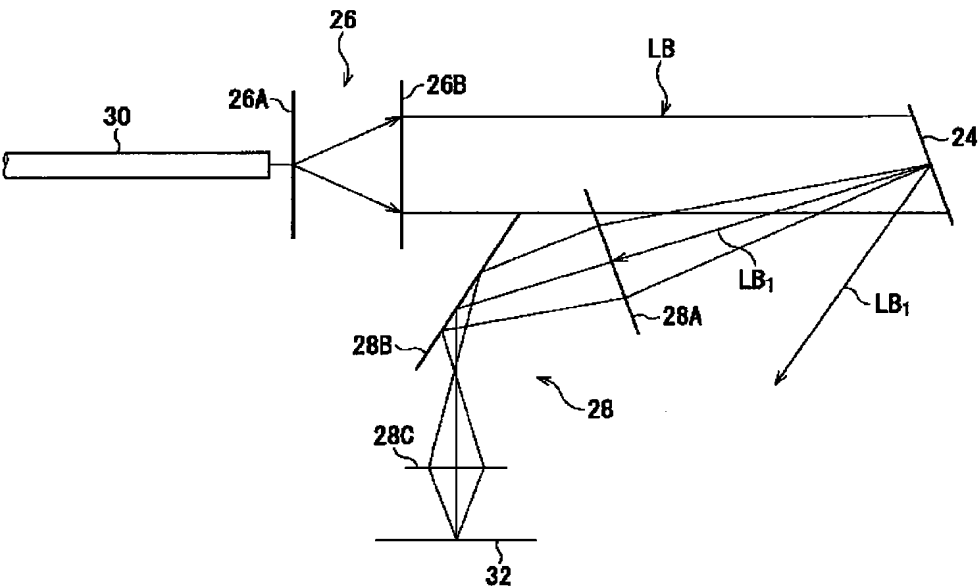
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

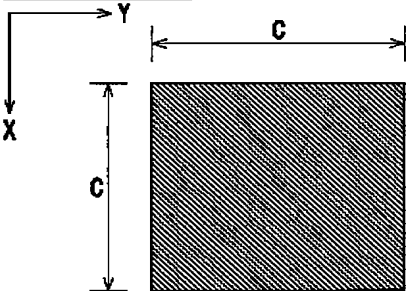
[Drawing 1]



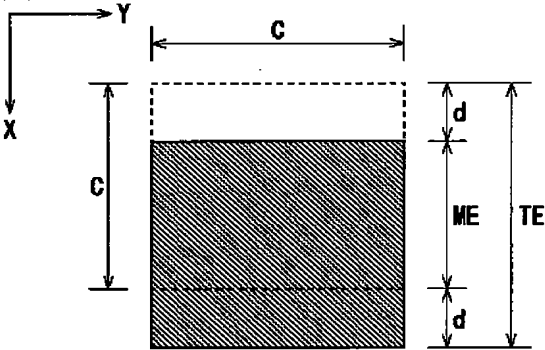
[Drawing 2]



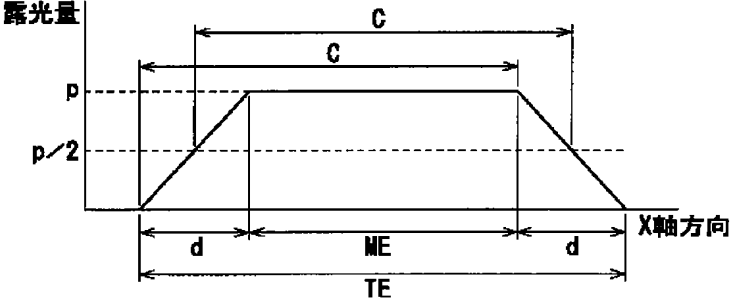
[Drawing 4]



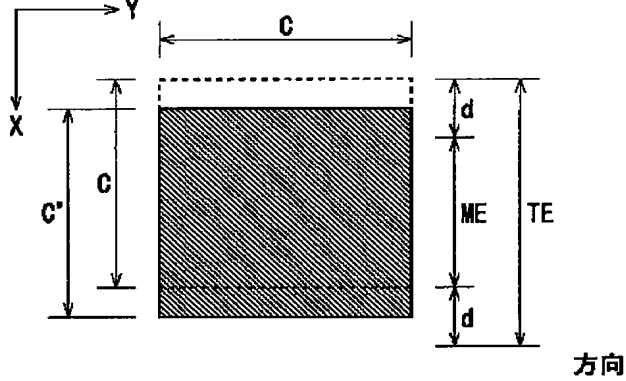
[Drawing 5]



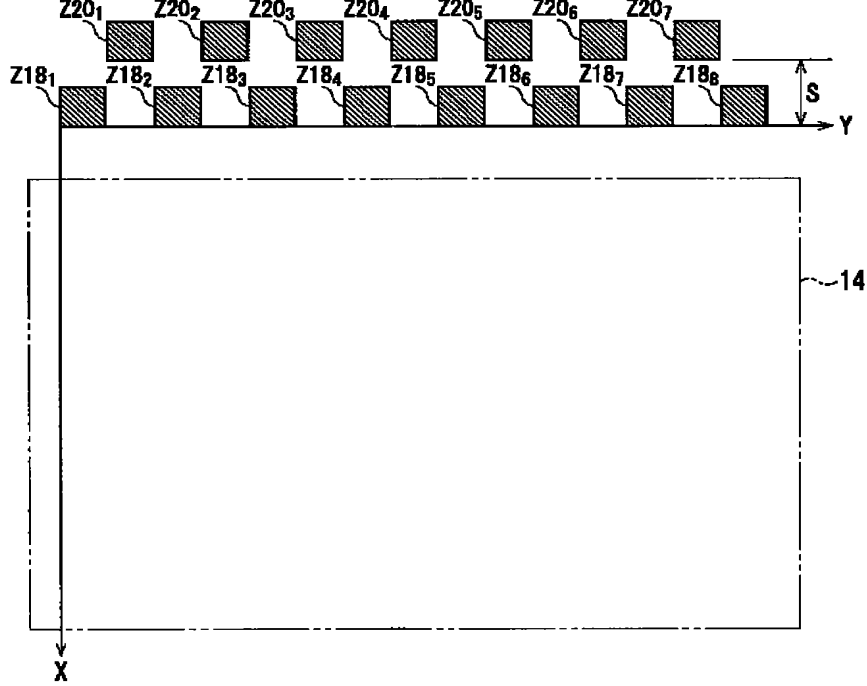
[Drawing 6]



[Drawing 7]



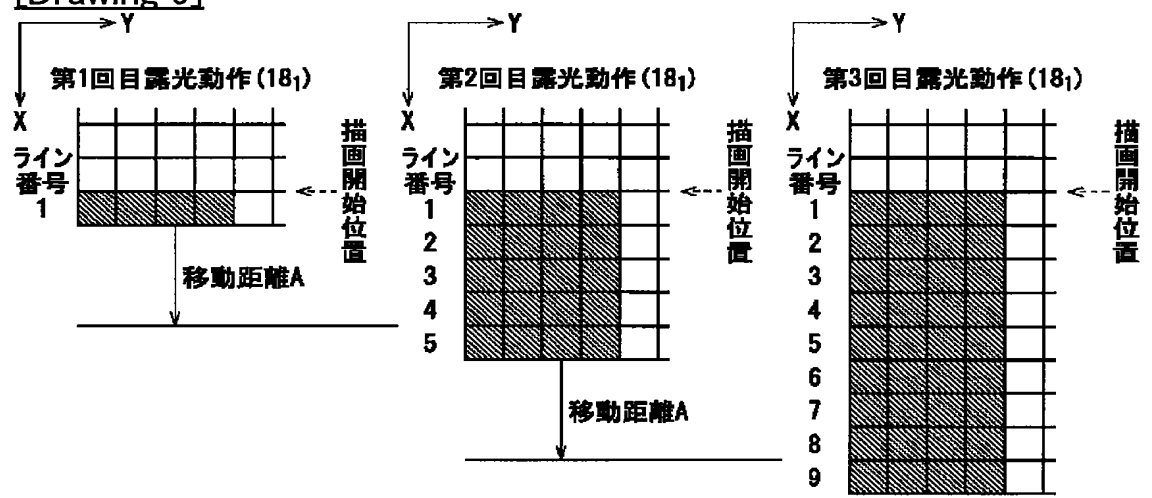
[Drawing 3]



[Drawing 8]

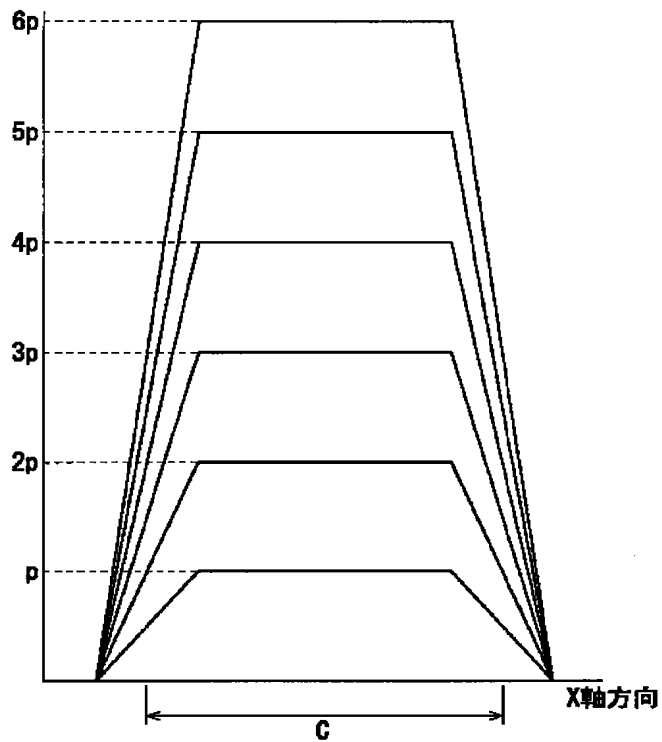
| ライン番号 N | 第1番目 (18 ₁) 1280ビット | 第2番目 (20 ₁) 1280ビット | 第3番目 (18 ₂) 1280ビット | ..... | 第13番目 (18 ₇) 1280ビット | 第14番目 (20 ₇) 1280ビット | 第15番目 (18 ₈) 1280ビット |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 2 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 3 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 4 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 5 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 6 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 7 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 8 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 9 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 10 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 11 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 12 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| | | | | | | | |
| N-3 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N-2 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N-1 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+1 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+2 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+3 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| | | | | | | | |

[Drawing 9]

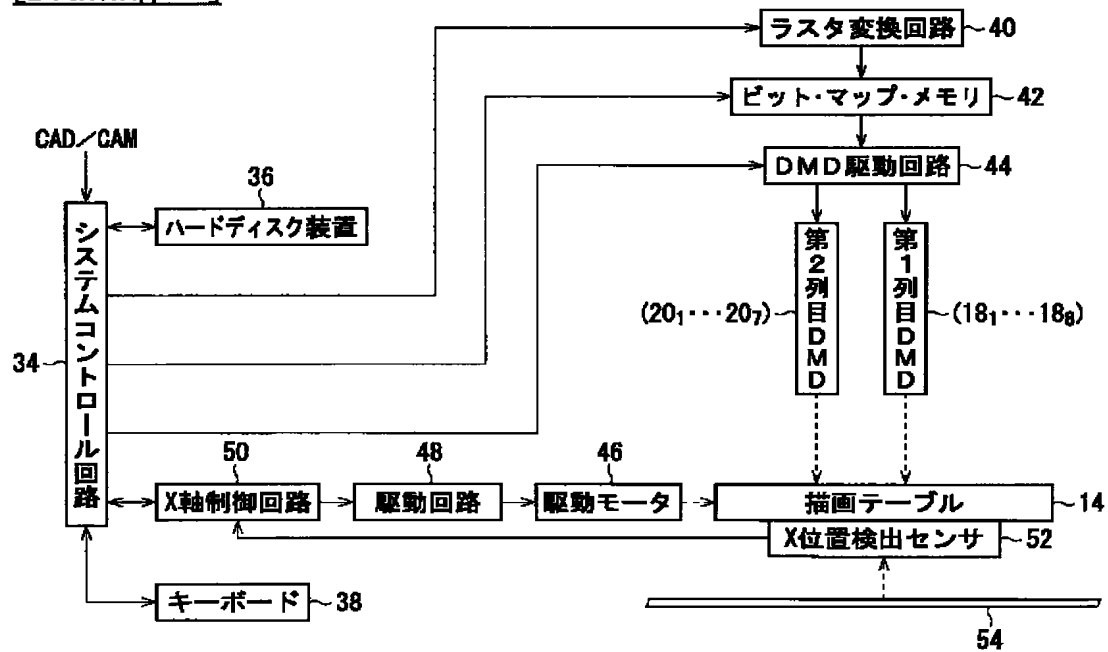


[Drawing 10]

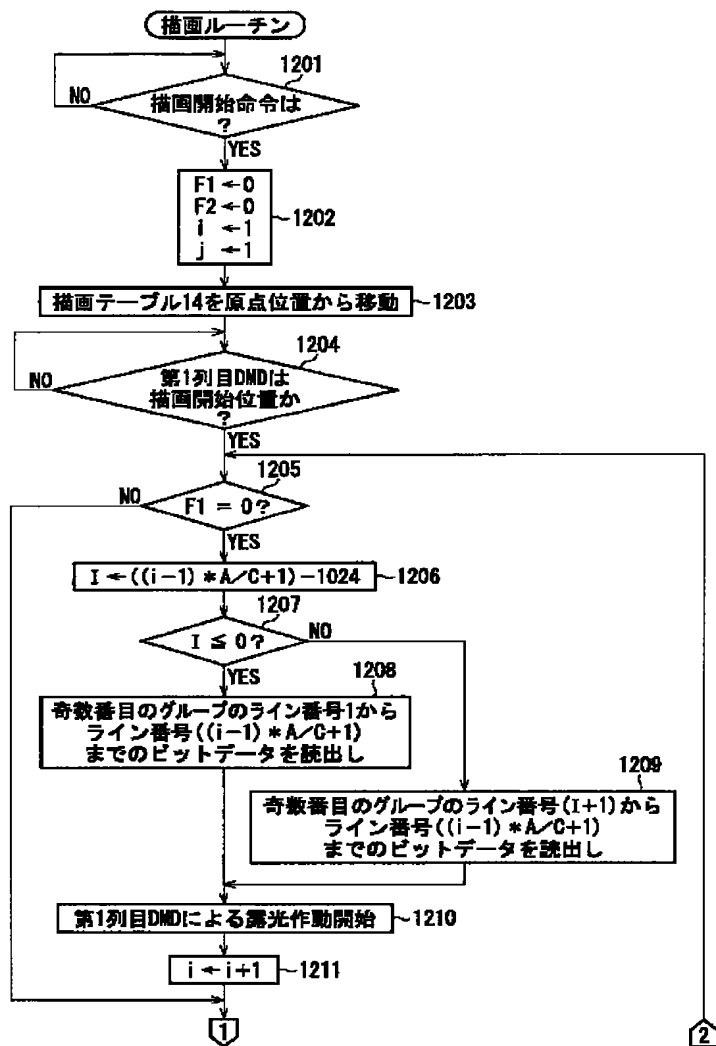
多重露光量



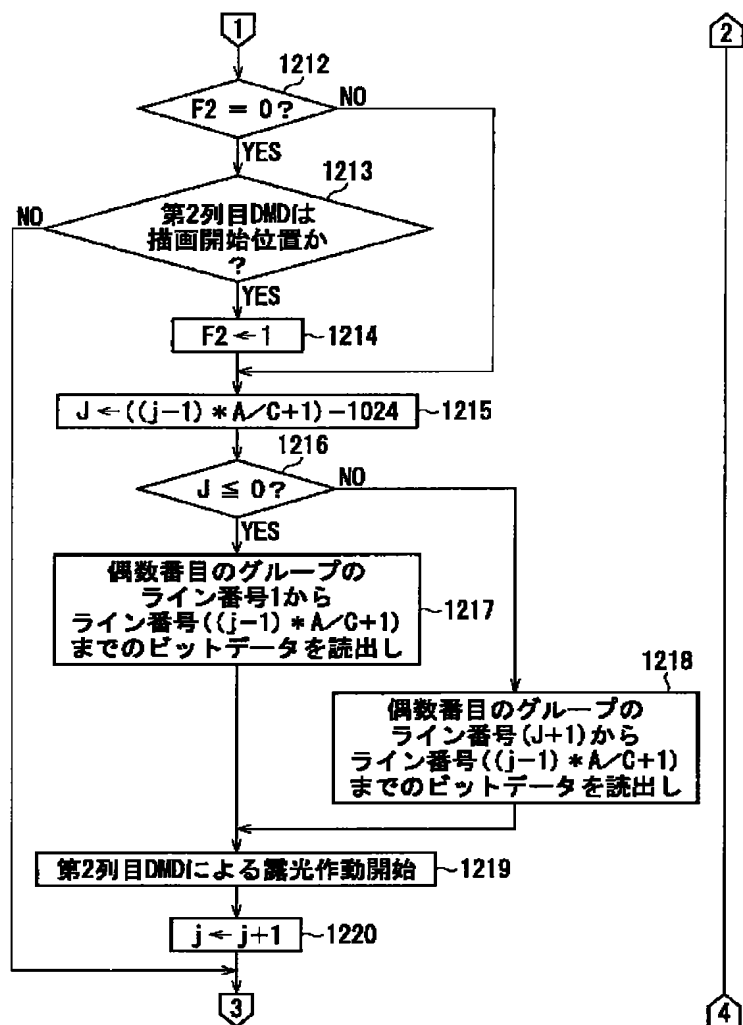
[Drawing 11]



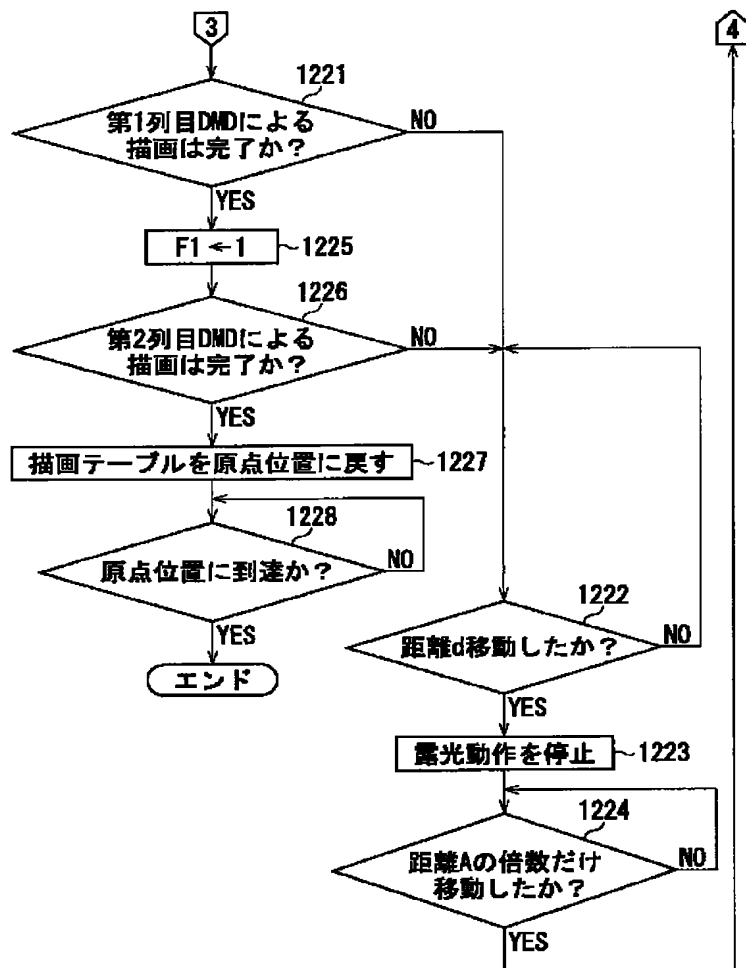
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-15309

(P2003-15309A)

(43)公開日 平成15年1月17日(2003.1.17)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 3 F 7/20

5 0 1

C 0 3 F 7/20

5 0 1

2 H 0 9 7

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 2 9

5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2001-198375(P2001-198375)

(71)出願人 000000527

ペンタックス株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(22)出願日 平成13年6月29日(2001.6.29)

(72)発明者 奥山 隆志

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

(74)代理人 100090169

弁理士 松浦 孝

Fターム(参考) 2H097 AA12 AB01 BB01 CA06 GB02

JA02 LA09

5F046 BA07 CB22 CB27 CC01 CC13

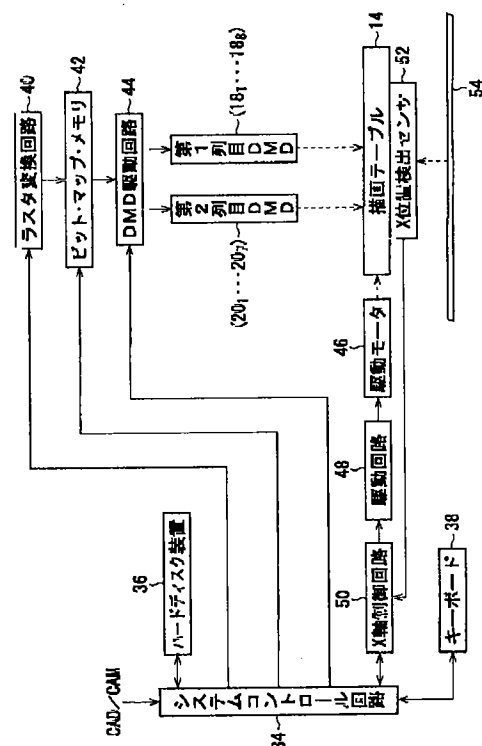
DA30

(54)【発明の名称】 多重露光描画方法及び多重露光描画装置

(57)【要約】

【課題】 マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて描画面上に所定のパターンを多重露光により描画する。

【解決手段】 マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニット(18₁、…18₈; 20₁、…20₇)を用いて所定パターンを描画面上に多重露光により描画する。露光ユニットは描画面に対して該露光ユニットの変調素子の一方の配列方向に沿って所定の一定速度で相対的に連続的に移動する。配列方向に配列された変調素子のうちの等間隔に配置された一連の変調素子が描画面に対して相対的に所定距離だけ移動する度毎にその変調素子は同一のビットデータで順次動作させられてそこに入射する光を変調する。変調素子による変調時間については該変調素子によって描画面上に得られるべき一画素露光領域のサイズ以下の距離を露光ユニットが描画面に対して移動する間の時間とされる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて所定パターンを描画面上に多重露光により描画する多重露光描画方法であって、

前記露光ユニットを前記描画面に対して該露光ユニットの変調素子の一方の配列方向に沿って所定の一定速度で相対的に連続的に移動させる移動段階と、

前記配列方向に配列された前記変調素子のうちの等間隔に配置された一連の変調素子が前記描画面に対して相対的に所定距離だけ移動する度毎にその変調素子を同一のビットデータで順次動作させてそこに入射する光を変調させる変調段階とより成り、

前記変調段階での変調時間については該変調素子によって前記描画面上に得られるべき一画素露光領域のサイズ以下の距離を前記露光ユニットが前記描画面に対して相対的に移動する間の時間とされることを特徴とする多重露光描画方法。

【請求項2】 請求項1に記載の多重露光描画方法において、前記所定距離が前記一画素露光領域のサイズの前記配列方向に沿う長さの整数倍とされることを特徴とする多重露光描画方法。

【請求項3】 請求項2に記載の多重露光描画方法において、前記所定パターンを多重露光により描画する際の露光回数が前記露光ユニットの前記配列方向に配列された変調素子の配列長さを前記所定距離で除した数値に一致することを特徴とする多重露光描画方法。

【請求項4】 マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて描画面上に所定パターンを多重露光により描画する多重露光描画装置であって、

前記露光ユニットを前記描画面に対して該露光ユニットの変調素子の一方の配列方向に沿って所定の一定速度で相対的に連続的に移動させる移動手段と、

前記配列方向に配列された前記変調素子のうちの等間隔に配置された一連の変調素子が前記描画面に対して相対的に所定距離だけ移動する度毎にその変調素子を同一のビットデータで順次動作させてそこに入射する光を変調させる変調手段と、

前記変調手段による変調時間については該変調素子によって前記描画面上に得られるべき一画素露光領域のサイズ以下の距離を前記露光ユニットが前記描画面に対して相対的に移動する間の時間となるように前記変調手段を制御するための制御手段とを具備して成る多重露光描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はマトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて描画面上に所定のパターンを描画する描画方法及び描画装

置に関する。

【0002】

【従来の技術】 上述したような描画装置は一般的には適当な被描画体の表面に微細なパターンや文字等の記号を光学的に描画するために使用される。代表的な使用例としては、フォトリソグラフィ (photolithography) の手法によりプリント回路基板を製造する際の回路パターンの描画が挙げられ、この場合には被描画体はフォトマスク用感光フィルム或いは基板上のフォトレジスト層となる。

【0003】 近年、回路パターンの設計プロセスから描画プロセスに至るまでの一連のプロセスは統合されてシステム化され、描画装置はそのような統合システムの一翼を担っている。統合システムには、描画装置の他に、回路パターンの設計を行うためのCAD (Computer Aided Design) ステーション、このCADステーションで得られた回路パターンデータ (ベクタデータ) に編集処理を施すCAM (Computer Aided Manufacturing) ステーション等が設けられる。CADステーションで作成されたベクタデータ或いはCAMステーションで編集処理されたベクタデータは描画装置に転送され、そこでラスターデータに変換された後にビット・マップ・メモリに格納される。

【0004】 露光ユニットは、例えば、デジタル・マイクロミラー・デバイス (DMD) 或いはLCD (liquid crystal display) アレイ等から構成され得る。周知のように、DMDの反射面には、マイクロミラーがマトリックス状に配列され、個々のマイクロミラーの反射方向が独立して制御されるようになっており、このためDMDの反射面の全体に導入された光束は個々のマイクロミラーによる反射光束として分割されるようになっており、このため各マイクロミラーは変調素子として機能する。また、LCDアレイにおいては、一対の透明基板間に液晶が封入され、その双方の透明基板には互いに整合させられた多数対の微細な透明電極がマトリックス状に配列され、個々の一対の透明電極に電圧を印加するか否かにより光束の透過及び非透過が制御されるようになっており、このため各一対の透明電極が変調素子として機能する。

【0005】 描画装置には被描画体の感光特性に応じた適当な光源装置 (例えば、LED (light emitting diode)、超高圧水銀灯、キセノンランプ、フラッシュランプ等) が設けられ、また露光ユニットには結像光学系が組み込まれる。光源から射出した光束は適当な照明光学系を通して露光ユニットに導入させられ、露光ユニットの個々の変調素子はそこに入射した光束を回路パターンデータ (ラスターデータ) に従って変調し、これにより回路パターンが被描画体 (フォトマスク用感光フィルム或いは基板上のフォトレジスト層) 上に露光されて光学的に描画される。この場合、描画回路パターンの画素のサイ

ズは変調素子のサイズに対応したものとなり、例えば、上述した結像光学系の倍率が等倍であるとき、描画回路パターンの画素のサイズと変調素子のサイズとは実質的に等しくなる。

【0006】通常、被描画体に描画されるべき回路パターンの描画面積は露光ユニットによる露光面積よりも遥かに大きく、このため被描画体上に回路パターンの全体を描画するためには、被描画体を露光ユニットで走査することが必要となる。即ち、被描画体に対して露光ユニットを相対的に移動させつつ回路パターンを部分的に描画してその全体の回路パターンを得ることが必要となる。そこで、従来では、描画装置には、例えば、所定の走査方向に沿って移動可能な描画テーブルが設けられ、この描画テーブルの移動経路の上方に露光ユニットが固定位置に配置される。描画テーブル上には被描画体が所定位置に位置決められ、描画テーブルを走査方向に沿って間欠的に移動させつつ回路パターンを部分的に順次描画して継ぎ足すことにより、全体の回路パターンが得られることになる。なお、このような露光方式についてはステップ・アンド・リピート(Step & Repeat)方式と呼ばれる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上に説明したように、従来の場合にあっては、全体の回路パターンを描画するためには、描画テーブルを間欠的に移動させることが必要である。従って、全体の回路パターンの描画に要する全描画時間は描画テーブルを間欠的に移動させる際の移動時間の総計と描画テーブルを停止させる度毎に行われる露光作動の時間の総計とを合算したものとなり、このため全体の回路パターンの描画には多大な時間が掛かるという点が問題となる。

【0008】また、描画テーブルを間欠的に移動させるということは該描画テーブルを頻繁に加速及び減速しなければならぬということを意味し、このような描画テーブルの加速及び減速時には描画テーブルの駆動系に大きな負担が掛かり、このため該駆動系が故障を受け受け易いという点も問題点となる。

【0009】更に、従来の露光方式(即ち、ステップ・アンド・リピート方式)に伴う固有な問題点の1つとして、露光ユニット内の変調素子が1つでも正常に機能しなくなったとき、描画回路パターン中にその変調素子に対応した箇所が画素欠陥として現れることが挙げられる。勿論、露光ユニット内の多数の変調素子のうちの1つでも正常に機能しなくなったとき、画素欠陥のない回路パターンの描画を保証するためには、その露光ユニットの全体を新たなものと交換することが必要となる。

【0010】従って、本発明の目的は、マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて描画面上に所定のパターンを描画する描画方法及び描画装置であって、上述した種々の問題点を解消し得るよ

うに構成された描画方向及び描画装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による描画方法はマトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて所定パターンを描画面上に多重露光により描画する多重露光描画方法とされる。この多重露光描画方法には、露光ユニットを描画面に対して該露光ユニットの変調素子の一方の配列方向に沿って所定の一定速度で相対的に連続的に移動させる移動段階と、該配列方向に配列された変調素子のうちの等間隔に配置された一連の変調素子が描画面に対して相対的に所定距離だけ移動する度毎にその変調素子を同一のビットデータで順次動作させてそこに入射する光を変調させる変調段階とが含まれる。変調段階での変調時間については該変調素子によって描画面上に得られるべき一画素露光領域のサイズ以下の距離を露光ユニットが該描画面に対して移動する間の時間とされる。

【0012】このような多重露光描画方法においては、上述の所定距離については一画素露光領域のサイズの配列方向に沿う長さの整数倍とされる。また、所定パターンを多重露光により描画する際の露光回数については露光ユニットの配列方向に配列された変調素子の配列長さを上述の所定距離で除した数値に一致させられる。

【0013】本発明による描画装置はマトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて描画面上に所定パターンを多重露光により描画する多重露光描画装置とされる。この多重露光描画装置には、露光ユニットを描画面に対して該露光ユニットの変調素子の一方の配列方向に沿って所定の一定速度で相対的に連続的に移動させる移動手段と、該配列方向に配列された変調素子のうちの等間隔に配置された一連の変調素子が描画面に対して相対的に所定距離だけ移動する度毎にその変調素子を同一のビットデータで順次動作させてそこに入射する光を変調させる変調手段と、この変調手段による変調時間については該変調素子によって描画面上に得られるべき一画素露光領域のサイズ以下の距離を露光ユニットが該描画面に対して移動する間の時間となるように変調手段を制御する制御手段とが含まれる。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照して、本発明による描画装置の一実施形態について説明する。

【0015】先ず、図1を参照すると、本発明による描画装置が斜視図として概略的に示され、この描画装置はプリント回路基板を製造するための基板上のフォトレジスト層に回路パターンを直接描画するように構成されているものである。

【0016】図1に示すように、描画装置は床面上に据え付けられる基台10を具備し、この基台10上には一対のガイドレール12が平行に敷設される。一対のガイ

ドレール12上には描画テーブル14が搭載され、この描画テーブル14は図1には図示されない適当な駆動機構例えばボール螺子等をステッピングモータ等の駆動モータで駆動することにより一対のガイドレール12に沿って移動し得るようになっている。描画テーブル14上にはフォトレジスト層を持つ基板即ち被描画体が設置され、このとき該被描画体は図示されない適当なクランプ手段によって描画テーブル14上で適宜固定され得るようになっている。

【0017】図1に示すように、基台10上には一対のガイドレールを跨ぐようにゲート状構造体16が設けられ、このゲート状構造体16の上面には複数の露光ユニットが描画テーブル14の移動方向に対して直角方向に二列に配列される。第1列目には8つの露光ユニットが含まれ、これら露光ユニットは参照符号 18_1 、 18_2 、 18_3 、 18_4 、 18_5 、 18_6 、 18_7 及び 18_8 で示される。また、第2列目には7つの露光ユニットが含まれ、これら露光ユニットは 20_1 、 20_2 、 20_3 、 20_4 、 20_5 、 20_6 及び 20_7 で示される。第1列目の露光ユニット(18_1 、 \dots 、 18_8)と第2列目の露光ユニット(20_1 、 \dots 、 20_7)とは所謂千鳥状に配置される。即ち、第1列目及び第2列目の露光ユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)の配列ピッチは共に等しく露光ユニットのほぼ2つ分の幅とされるが、第2列目の露光ユニット(20_1 、 \dots 、 20_7)の配列ピッチは第1列目の露光ユニット(18_1 、 \dots 、 18_8)の配列ピッチに対して半ピッチだけずらされている。

【0018】本実施形態では、各露光ユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)はDMDユニットとして構成され、このDMDユニットの反射面は例えば 1024×1280 のマトリックス状に配列されたマイクロミラーから形成される。各DMDユニットの設置については、描画テーブル14の移動方向に沿って1024個のマイクロミラーが配列されるように行われる。換言すれば、描画テーブル14の移動方向に対して直角方向に1280個のマイクロミラーが配列されることになる。

【0019】図1に示すように、ゲート状構造体16の上面の適当な箇所には光源22が設けられ、この光源22には複数のLED(light emitting diode)が設けられ、これらLEDから得られる光は集光されて平行光束として光源22の射出口から射出されるようになっている。光源22の射出口には15本の光ファイバケーブル束が接続され、個々の光ファイバケーブルは15個のDMDユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)のそれぞれに対して延設され、これにより光源22から各DMDユニットに対して光が導入されるようになっている。なお、図1では、図示の複雑化を避けるために光ファイバケーブルは図示されていない。

【0020】図2を参照すると、DMDユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)の機能が概念図として図

示されている。同図において、参照符号24は各DMDユニットの反射面を示し、この反射面24は既に述べたように 1024×1280 のマトリックス状に配列されたマイクロミラーから形成される。また、図2に示すように、各DMDユニットには、参照符号26で全体的に示す照明光学系と、参照符号28で全体的に示す結像光学系とが組み込まれる。

【0021】照明光学系26は凸レンズ26A及びコリメートレンズ26Bを含み、凸レンズ26Aは光源22から延設された光ファイバケーブル30と光学的に結合される。このような照明光学系26により、光ファイバケーブル30から射出した光束はDMDユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)の反射面24の全体を照明するような平行光束LBに形成される。結像光学系28には第1の凸レンズ28Aと、リフレクタ28Bと、第2の凸レンズ28Cが含まれ、この結像光学系28の倍率は例えば等倍(倍率1)とされる。

【0022】各DMDユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)に含まれる個々のマイクロミラーはそこに入射した光束を結像光学系28に向けて反射させる第1の反射位置と該光束を結像光学系28から逸らすように反射させる第2の反射位置との間で回動変位するように動作させられる。図2では、任意のマイクロミラーが第1の反射位置に置かれたとき、そこから反射されて結像光学系28に入射された光束の光軸が参照符号LB₁で示され、同マイクロミラーが第2の反射位置に置かれたとき、そこから反射されて結像光学系28から逸らされた光束の光軸が参照符号LB₂で示されている。

【0023】図2において、描画テーブル14上に設置された被描画体の描画面が参照符号32で示され、この描画面32上には、結像光学系28に入射された光束(LB₁)によってマイクロミラーの反射面が結像される。例えば、各DMDユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)に含まれる個々のマイクロミラーのサイズが $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ であるとする、結像光学系28の倍率は等倍であるから、マイクロミラーの反射面は描画面32上の $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ の露光領域として結像され、この露光領域が被描画体上に回路パターンを描画する際の一面素となる。要するに、本実施形態では、回路パターンの描画は $20\mu\text{m} \times 20\mu\text{m}$ の画素サイズで行われる。

【0024】各描画ユニット(18_1 、 \dots 、 18_8 ； 20_1 、 \dots 、 20_7)では、個々のマイクロミラーは通常は第2の反射位置即ち非露光位置に置かれているが、露光動作を行うとき、マイクロミラーは第2の反射位置(非露光位置)から第1の反射位置即ち露光位置に回動変位させられる。マイクロミラーの非露光位置から露光位置への回動変位の制御については、後述するように回路パターンデータ(ラスタデータ)に従って行われる。なお、図2においては、図示の都合上、結像光学系28から逸らされた光束(LB₂)も描画面32に向けられている。

が、しかし実際にはそのような光束 (LB_2) については描画面32に到達しないように処理されることは言うまでもない。

【0025】各DMDユニット ($18_1, \dots, 18_8; 20_1, \dots, 20_7$) に含まれる全てのマイクロミラーが第1の反射位置即ち露光位置に置かれたときは、全てのマイクロミラーから反射された全光束 (LB_1) が結像光学系28に入射させられ、このため描画面32上にはDMDユニットの反射面による全露光領域が得られ、その全露光領域のサイズについては $(1024 \times 20) \mu\text{m} \times (1280 \times 20) \mu\text{m}$ となり、そこに含まれる総画素数は勿論 1024×1280 個となる。

【0026】ここで以下の説明の便宜上、図3に示すように、被描画体の描画面32を含む平面上にX-Y直交座標系を定義する。なお、同図において、参照符号Z18₁ないしZ18₈で示される斜線領域は第1列目の8つの露光ユニット ($18_1, \dots, 18_8$) のそれぞれによってX-Y平面上で得られる全露光領域であり、参照符号Z20₁ないしZ20₇で示される斜線領域は第2列目の7つの露光ユニット ($20_1, \dots, 20_7$) のそれぞれによってX-Y平面上で得られる全露光領域であり、またX-Y直交座標系に対する描画テーブル14の相対位置を明らかにするために該描画テーブル14は想像線 (二点鎖線) で図示されている。図3から明らかなように、X-Y直交座標系のX軸は描画テーブル14の移動方向に平行であり、そのY軸は露光ユニット ($18_1, \dots, 18_8; 20_1, \dots, 20_7$) の配列方向に平行とされ、しかも第1列目の露光ユニット ($18_1, \dots, 18_8$) による全露光領域 (Z18₁, ..., Z18₈) の境界に接している。

【0027】描画装置による描画作動時、描画テーブル14はX軸の負側に一定速度で移動させられ、これにより描画テーブル14上の被描画体は露光ユニット ($18_1, \dots, 18_8; 20_1, \dots, 20_7$) の個々のマイクロミラーからの反射光束でもって走査され得る。従って、描画テーブル14の移動中、先ず、第1列目のDMDユニット ($18_1, \dots, 18_8$) を露光作動させて8つの全面露光領域 (Z18₁, ..., Z18₈) を描画面32上に形成した後、所定のタイミングだけ遅れて第2列目の露光ユニット ($20_1, \dots, 20_7$) を露光動作させて7つの全面露光領域 (Z20₁, ..., Z20₇) を描画面32上に形成することにより、8つの全面露光領域 (Z18₁, ..., Z18₈) と7つの全面露光領域 (Z20₁, ..., Z20₇) とを描画面32上でY軸方向に沿って整列させることが可能であり、このときY軸方向に沿うそれぞれのラインに含まれる総画素数は 1280×15 個となる。

【0028】本発明による描画装置にあっては、描画テーブル14を所定の一定速度で連続的に移動させつつ、回路パターンデータ (ラスタデータ) に従って回路パターンを多重露光により描画する描画法が採られ、このような描画法の原理について以下に説明する。

【0029】先ず、図4及び図5を参照して、本発明による描画法での一画素の定義について説明する。図4には、DMDユニット ($18_1, \dots, 18_8; 20_1, \dots, 20_7$) の任意のマイクロミラーが第2の反射位置即ち非露光位置から第1の反射位置即ち露光位置に回動変位させられた際に、該マイクロミラーの反射面から反射された光束によって被描画体上に投影 (結像) された一画素露光領域が斜線領域として示され、この一画素露光領域のサイズは $C \times C$ とされる。なお、本実施形態では、上述したように、 $C = 20 \mu\text{m}$ である。本発明による描画法にあっては、描画テーブル14は一定速度で連続的に移動させられ、描画テーブル14がX軸の負側に向かって $C (20 \mu\text{m})$ 以下の距離 d だけ移動した後、上述のマイクロミラーは露光位置 (第1の反射位置) から非露光位置 (第2の反射位置) に戻される。要するに、マイクロミラーが露光位置に留められる時間が露光時間となり、この露光時間は描画テーブル14がX軸の負側に向かって距離 $d (d < C)$ だけ移動する時間に一致する。

【0030】換言すれば、そのような露光時間中に、一画素露光領域は図5に示すようにその初期露光位置 (破線で示す) から距離 d だけX軸の正側に描画面32上を移動することになり、このとき一画素露光領域のX軸方向に沿う全露光区間TEの露光量の分布は図6のグラフに示すようなものとなる。即ち、一画素露光領域がX軸の正側に向かって移動するものとする、その後続縁の移動距離区間 (d) にわたって露光量は零から最大露光量 p に向かって次第に増大し、次いで最大露光量区間MEにわたって最大露光量 p が維持され、続いて該一画素露光領域の先導縁の移動距離区間 (d) にわたって露光量は最大露光量 p から零に向かって次第に減少する。

【0031】このような露光量分布について露光量 $p/2$ 以上の露光量区間 C' とすると、この露光量区間 C' は一画素露光領域のX軸方向に沿うサイズ C に一致する。かくして、図7に示すように、露光量 $p/2$ 以上の露光量領域 (斜線領域) は当初の一画素露光領域に等しいサイズ ($C' \times C$) を持つこととなり、本発明による描画法では、そのような露光量領域が一画素露光領域として定義される。なお、露光量 $p/2$ の具体的な数値については被描画体 (フォトレジスト層等) の感度に基づいて設定されるものであって、そのような設定数値の露光量が得られるように光源装置の光強度、露光時間 (距離 d) 等のパラメータが決定される。

【0032】次に、以上のように定義される一画素露光領域によって回路パターンを実際に描画する際の描画法について具体的に説明する。

【0033】先ず、図8を参照すると、ビット・マップ・メモリ上に展開された回路パターンデータ (ラスタデータ) の一部が模式的に示されている。同図に示すライン番号 N は描画面32上にY軸に沿って順次描画されるべき描画ラインの番号に対応し、各ラインは 1280×15 個

のビットデータから構成される。図8に示すように、各ラインに含まれる1280×15個のビットデータは1280ビット毎に第1番目ないし第15番目のグループに分けられ、第1列目の8つのDMDユニット(18₁、…18₈)の露光作動はそれぞれ奇数番目のグループのビットデータに従って行われ、第2列目の7つのDMDユニット(20₁、…20₇)の露光作動はそれぞれ偶数番目のグループのビットデータに従って行われる。

【0034】図8に示すように、本発明による描画法に従ってDMD 18₁を露光作動させる際の以下の例示的な説明のために、第1番目のグループのライン番号1ないし9のそれぞれの上位4ビットには“1”が与えられ、残りの1276ビットには“0”が与えられる。なお、図8では、その他のビットデータについてはすべてDで示され、このDには“1”か“0”のうちのいずれかの値が与えられる。

【0035】図9を参照すると、第1番目のグループのビットデータに従ってDMDユニット18₁によって描画を行う際の手順が模式的に示されている。なお、描画作動中、描画テーブル14が実際にはX軸に沿ってその負側に向かって移動させられることになるが、ここでは、説明の便宜上、DMDユニット18₁がX軸に沿ってその正側に向かって移動するものとされる。

【0036】DMDユニット18₁が被描画体の描画面32上の描画開始位置に到達したとき(即ち、描画面32上の描画開始位置がY軸に到達したとき)、DMDユニット18₁のY軸に沿う第1ライン目の1280個のマイクロミラーのそれぞれが第1番目のグループのライン番号1に含まれる1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、これによりDMDユニット18₁の第1回目露光作動が行われる。即ち、第1番目のグループのライン番号1の1280個のビットデータ[11110…00000]のうちの上位4ビットデータ“1”にそれぞれ対応した4つのマイクロミラーだけが非露光位置(第2の露光位置)から露光位置(第1の反射位置)に回動変位させられる。各マイクロミラーが露光位置に留められる時間即ち露光時間については、図4ないし図7を参照して説明したように、DMDユニット18₁がX軸の正側に向かって距離d($d < C$)だけ移動する時間とされる。かくして、図9に示すように、第1回目露光作動時に、被描画体の描画面32上には上述の4つのマイクロミラーにより4画素分の一画素露光領域(斜線領域)が得られる。第1回目露光作動によって4画素分の一画素露光領域(斜線領域)が形成された後、DMDユニット18₁が描画開始位置からX軸の正側に向かって画素サイズ(C)の整数倍の距離例えば画素サイズの4倍の距離Aだけ移動させられると、第2回目露光作動が開始される。

【0037】第2回目露光作動時、図9に示すように、DMDユニット18₁のY軸に沿う第1ラインの1280個

のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号5の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第2ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号4の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第3ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号3の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられる。同様に、DMDユニット18₁のY軸に沿う第4ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号2の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第5ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号1の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられる。

【0038】勿論、第2回目露光作動時の露光時間も第1回目露光作動時の露光時間と同じとされ、このとき第1番目のグループのライン番号1ないし5の各ライン番号に含まれる上位4ビットデータ“1”にそれぞれ対応した4つのマイクロミラーにより被描画体の描画面32上には4画素分の一画素露光領域(斜線領域)が得られる。ここで注目すべきことは、第1回目露光作動時に得られた4画素分の一画素露光領域(斜線領域)が第2回目露光作動時に第1番目のグループのライン番号1の上位4ビットデータ“1”に従って二重露光されるということである。第2回目露光作動の開始後、DMDユニット18₁がX軸の正側に向かって再び距離A(=4C)だけ移動させられると、第3回目露光作動が開始される。

【0039】第3回目露光作動時、図9に示すように、DMDユニット18₁のY軸に沿う第1ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号9の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第2ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号8の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第3ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号7の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作せられる。同様に、DMDユニット18₁のY軸に沿う第4ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号6の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第5ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号5の1280個のビットデータ[11110…00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第6ラインの1280個の

マイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号4の1280個のビットデータ[11110...00000]に従って動作させられる。更に、DMDユニット18₁のY軸に沿う第7ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号3の1280個のビットデータ[11110...00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第8ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号2の1280個のビットデータ[11110...00000]に従って動作させられ、DMDユニット18₁のY軸に沿う第9ラインの1280個のマイクロミラーのそれぞれは第1番目のグループのライン番号1の1280個のビットデータ[11110...00000]に従って動作させられる。

【0040】第3回目露光作動時の露光時間も第1回目露光作動時の露光時間と同じであり、このとき第1番目のグループのライン番号1ないし9の各ライン番号に含まれる上位4ビットデータ“1”にそれぞれ対応した4つのマイクロミラーにより被描画体の描画面32上には4画素分の一画素露光領域(斜線領域)が得られることになる。上述の場合と同様に、第1回目露光作動時に得られた4画素分の一画素露光領域(斜線領域)は第2回目露光作動時と第3回目露光作動時とで第1番目のグループのライン番号1の上位4ビットデータ“1”に従って三重露光され、また第2回目露光作動時にライン番号2ないし5のそれぞれの上位4ビットデータ“1”によって得られた4画素分の一画素露光領域(斜線領域)は第3回目露光作動時にライン番号2ないし5のそれぞれの上位4ビットデータ“1”によって二重露光される。

【0041】以上述べようたように、DMDユニット18₁が描画開始位置からX軸の正側に向かって距離A(=4C)だけ移動させられる度毎に露光作動が繰り返される。DMDユニット18₁のY軸に沿うラインの本数は1024本であるから、上述の例では、露光作動の繰返し数は1024/4=256となる。従って、例えば、第1番目のグループのライン番号1に含まれる上位4ビットデータ“1”によって得られる4画素分の一画素露光領域の各々は256回にわたって多重露光されることになる。図10を参照すると、上述の一画素露光領域のうちの1つが6回の多重露光作動によって得られた際の多重露光量がグラフ化して図示され、その多重露光量の総計は勿論6pとなる。もし256回の多重露光作動が行われれば、その多重露光量の総計は256pとなる。

【0042】第1列目に含まれるその他のDMDユニット18₂ないし18₈の露光作動のそれぞれについても、上述の場合と同様な態様で、第3番目、第5番目、第7番目、第9番目、第11番目、第13番目及び第15番目のグループのビットデータに従って行われ、そのいずれかのビットデータDに“1”が与えられているとき、そのビットデータに対応した一画素露光領域についても256

回にわたって多重露光が行われる。また、第2列目に含まれるDMDユニット20₁ないし20₇の露光作動のそれぞれについても、上述の場合と同様な態様で、第2番目、第4番目、第6番目、第8番目、第10番目、第12番目及び第14番目のグループのビットデータに従って行われるが、しかし第2列目のDMDユニット20₁ないし20₇の作動タイミングについては第1列目のDMDユニット18₁ないし18₈に対する2列目のDMDユニット20₁ないし20₇のX軸方向のシフト距離sだけ遅らされる(図3)。即ち、第2列目のDMDユニット20₁ないし20₇が被描画体の描画面32上に描画開始位置に到達したとき、第2列目のDMDユニット20₁ないし20₇による露光作動が開始される。

【0043】上述の例では、距離Aを画素サイズ(C)の4倍とすることで多重露光回数については256回とされているが、このような露光回数(即ち、距離A)は被描画体(本実施形態では、フォトレジスト層)の感度、光源22の光強度及び描画テーブル14の速度等に基づいて決められ、これにより各一画素露光領域について所望の露光量が得られるようにされる。

【0044】図11を参照すると、本発明による描画装置の制御ブロック図が示される。同図に示すように、本発明による描画装置にはシステムコントロール回路34が設けられ、このシステムコントロール回路34は例えばマイクロコンピュータから構成される。即ち、システムコントロール回路34は中央演算処理ユニット(CPU)、種々のルーチンを実行するためのプログラム、定数等を格納する読出し専用メモリ(ROM)、データ等を一時的に格納する書込み/読出し自在なメモリ(RAM)及び入出力インターフェース(I/O)から成り、描画装置の作動全般を制御する。

【0045】システムコントロール回路34はLAN(local area network)を介してCADステーション或いはCAMステーションに接続され、CADステーション或いはCAMステーションからはそこで作成処理された回路パターンデータ(ベクタデータ)がシステムコントロール回路34に転送される。システムコントロール回路34にはデータ格納手段としてハードディスク装置36が接続され、CADステーション或いはCAMステーションから回路パターンデータ(ベクタデータ)がシステムコントロール回路34に転送されると、システムコントロール回路34は回路パターンデータ(ベクタデータ)を一旦ハードディスク装置36に書き込んで格納する。また、システムコントロール回路34には外部入力装置としてキーボード38が接続され、このキーボード38を介して種々の指令信号や種々のデータ等がシステムコントロール回路34に入力される。

【0046】図11において、参照符号40はラスタ変換回路を示し、参照符号42はビット・マップ・メモリを示す。描画作動に先立って、ハードディスク装置36

から回路パターンデータ（ベクタデータ）が読み出されてラスタ変換回路40に出力され、この回路パターンデータ（ベクタデータ）はラスタ変換回路40によってラスタデータに変換される。このように変換された回路パターンデータ（ラスタデータ）はビット・マップ・メモリ42に書き込まれる。ラスタ変換回路40でのデータ変換処理及びビット・マップ・メモリ42でのデータ書込みについてはキーボード38を介して入力される指令信号により行われる。

【0047】勿論、ビット・マップ・メモリ42に展開された回路パターンデータ（ラスタデータ）は図8に模式的に示すようなものとなる。即ち、図8を参照して説明したように、各ライン番号Nによって示される一ラインには、1280×15個のビットデータが含まれ、これら1280×15個のビットデータは1280ビット毎に第1番目ないし第15番目のグループに分けられる。先に説明したように、第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）の露光作動はそれぞれ奇数番目のグループのビットデータに従って行われ、また第2列目の7つのDMDユニット（20₁、…20₇）の露光作動はそれぞれ偶数番目のグループのビットデータに従って露光作動が行われる。

【0048】図11において、参照符号44はDMD駆動回路を示し、このDMD駆動回路44により、第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）と第2列目の7つのDMDユニット（20₁、…20₇）との露光作動が制御される。このような露光動作は勿論ビット・マップ・メモリ42から各ライン番号毎に読み出されるビットデータに従って行われ、このときビットデータの読み出されるライン番号は描画テーブル14の移動量に応じて規則的に変化させられる。なお、図11では、第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）と第2列目の7つのDMDユニット（20₁、…20₇）との露光作動が破線矢印で模式的に図示されている。

【0049】第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）の露光作動をDMD駆動回路44によって制御する際にビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからビットデータを読み出すべきライン番号について説明すると、DMDユニット（18₁、…18₈）が被描画体の描画面32上の描画開始位置に到達したとき、第1回目露光作動が開始され、このときビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからライン番号1のビットデータが読み出され（図9）、このライン番号1のビットデータに従って第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）のY軸に沿う第1ラインの1280個のマイクロミラーが動作させられる。

【0050】DMDユニット（18₁、…18₈）が描画開始位置からX軸の正側に距離Aだけ移動したとき、第2回目露光作動が開始され、このときビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからはライン番号1

からライン番号（A/C+1）までのビットデータが読み出される。上述した例では、A=4Cであるので、第2回目露光作動時にはビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからはライン番号1からライン番号5（=4C/C+1）までのビットデータが読み出され（図9）、これらビットデータに従って第1列目の8つのDMDユニット（18₁、…18₈）のY軸に沿う第5ラインないし第1ラインの各ラインの1280個のマイクロミラーが動作させられる。

【0051】上述したように、DMDユニット（18₁、…18₈）の露光作動は描画開始位置からX軸の正側に距離Aずつ移動する度に繰り返されるので、DMDユニット（18₁、…18₈）が描画開始位置からX軸の正側に距離Sだけ移動した際の露光回数iは以下の式で表せる。

$$i = \text{INT} [S/A] + 1$$

ここで、演算子INT [S/A] は除算S/Aの商を表し、S<Aであるとき、INT [S/A] = 0として定義される。

【0052】従って、第i回目露光作動時、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出されるべきビットデータの最終ライン番号Nは以下の式で表せる。

$$N = ((i-1) * A/C + 1)$$

【0053】また、本実施形態においては、各DMDユニット（18₁、…18₈）のY軸に沿う総ライン数は1024であるから、最終ライン番号（(i-1) * A/C + 1）が1024を越えたとき、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出されるべきビットデータの最大ライン数は1024本となる。例えば、上述の例（A=4C）において、露光回数が257回目になったとき、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出されるべきビットデータの最終ライン番号N（=256 * 4C/C + 1）は1025となり、この場合にはライン番号2からライン番号1025までの1024本のラインのビットデータが読み出されることになる。

【0054】一般的に言うと、以下の演算結果に基づいて、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出されるべきビットデータのライン数を確定することができる。

$$((i-1) * A/C + 1) - 1024 = I$$

【0055】即ち、I ≤ 0のときは、ライン番号1からライン番号（(i-1) * A/C + 1）までのビットデータがビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出される。また、I > 0であるときには、ライン番号（I+1）からライン番号（(i-1) * A/C + 1）までのビットデータがビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループから読み出される。なお、ライン番号（I+1）からライン番号（(i-1) * A/C + 1）までのラインの総本数は1024本となる。

【0056】なお、第2列目の7つのDMDユニット（ $20_1, \dots, 20_7$ ）の露光作動をDMD駆動回路44によって制御する際にビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループからビットデータを読み出すべきライン番号の説明についても上述した場合と同様なことが言える。即ち、第2列目の7つのDMDユニット（ $20_1, \dots, 20_7$ ）による露光作動時、ビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループのそれぞれの該当ラインからビットデータを読み出す際のタイミングが第1列目のDMDユニット18₁ないし18₈に対する第2列目のDMDユニット20₁ないし20₇のX軸方向のシフト距離sだけ遅らされるだけである（図3）。

【0057】図11において、参照符号46は描画テーブル14をX軸方向に沿って駆動させるための駆動モータを示す。勿論、描画テーブル14と駆動モータ46との間には先に述べたようにボールネジ等を含む駆動機構が介在させられるが、そのような駆動機構については図11では破線矢印で象徴的に示されている。駆動モータ46は例えばステッピングモータとして構成され、その駆動制御は駆動回路48から出力される駆動パルスに従って行われる。

【0058】駆動回路48はX軸制御回路50の制御下で動作させられ、このX軸制御回路50は描画テーブル14に設けられたX位置検出センサ52に接続される。X位置検出センサ52は描画テーブル14の移動経路に沿って設置されたX軸リニアスケール54からの光信号を検出して描画テーブル14のX軸方向に沿うその位置を検出するものである。なお、図11では、X軸リニアスケール54からの光信号の検出が破線矢印で象徴的に示されている。

【0059】描画テーブル14の移動中、X位置検出センサ52はX軸リニアスケール54から一連の光信号を順次検出して一連の検出信号（パルス）としてX軸制御回路50に対して出力する。X軸制御回路50では、そこに入力された一連の検出信号が適宜処理され、その検出信号に基づいて一連の制御クロックパルスが作成される。X軸制御回路50からは一連の制御クロックパルスが駆動回路48に対して出力され、駆動回路48ではその一連の制御クロックパルスに従って駆動モータ46に対する駆動パルスが作成される。要するに、X軸リニアスケール54の精度に応じた正確さで描画テーブル14をX軸方向に沿って移動させることができる。なお、このような描画テーブル14の移動制御自体は周知のものである。

【0060】図11に示すように、X軸制御回路50はシステムコントロール回路34に接続され、これによりX軸制御回路50はシステムコントロール回路34の制御下で行われる。一方、X位置検出センサ52から出力される一連の検出信号（パルス）はX軸制御回路50を介してシステムコントロール回路34にも入力され、こ

れによりシステムコントロール回路34では描画テーブル14のX軸に沿う移動位置を常に監視することができる。

【0061】図12ないし図14を参照すると、システムコントロール回路34で実行される描画ルーチンのフローチャートが示され、この描画ルーチンの実行は描画装置の電源スイッチ（図示されない）をオンすることにより開始される。

【0062】ステップ1201では、キーボード38上に割り当てられた描画開始キーが操作されたか否かが判断される。なお、描画開始キーの操作前には、回路パターンデータ（ベクタデータ）からラスターデータへの変換処理が行われていてビット・マップ・メモリ42には回路パターンデータ（ラスターデータ）が既に展開されているものとされ、また描画ルーチンの実行に必要な種々のデータ、例えば距離A、描画時間、描画テーブル14の移動速度等のデータはキーボード38を介して入力されてシステムコントロール回路34のRAMに既に格納されているものとする。

【0063】ステップ1201で描画開始キーの操作が確認されると、ステップ1202に進み、そこでフラグF1及びF2は“0”に初期化され、またカウンタi及びjは“1”に初期化される。

【0064】フラグF1は第1列目のDMDユニット（18₁、…18₈）の描画作動が完了したか否かを指示するためのフラグである。第1列目のDMDユニット（18₁、…18₈）による描画作動が完了すると、フラグF1は“0”から“1”に書き換えられる。

【0065】フラグF2は第2列目のDMDユニット（20₁、…20₇）が画体の描画面32上の描画開始位置に到達したか否かを指示するためのフラグである。第2列目のDMDユニット（20₁、…20₇）が描画開始位置に到達したとが確認されると、フラグF2は“0”から“1”に書き換えられる。

【0066】カウンタiは第1列目のDMDユニット（18₁、…18₈）によって行われる露光作動の回数をカウントするものであり、またカウンタjは第2列目のDMDユニット（20₁、…20₇）によって行われる露光作動の回数をカウントするものである。従って、カウンタi及びjのそれぞれには初期値として“1”が設定される。

【0067】ステップ1203では、駆動モータ46が始動されて描画テーブル14がその原点位置からX軸の負側に向かって所定の一定速度で移動させられる。換言すれば、第1列目のDMDユニット（18₁、…18₈）及び第2列目のDMDユニット（20₁、…20₇）が描画テーブル14に対してX軸の正側に移動することとなる。なお、ここでは、描画テーブル14上には被描画体が所定位置に設置されていて、その被描画体の描画面上の描画開始位置は描画テーブル14の原点位置でX-Y

座標系に対して特定されているものとされる。

【0068】ステップ1204では、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)が描画開始位置に到達したか否かが監視される。描画開始位置への第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)の到達が確認されると、ステップ1205に進み、そこでフラグF1が“0”であるか“1”であるかが判断される。初期段階では、 $F1=0$ であるので、ステップ1206に進み、そこで以下の演算が行われる。

$$I \leftarrow ((i-1) * A / C + 1) - 1024$$

【0069】ステップ1207では、Iが“0”以下であるか否かが判断される。上記演算式の意味は既に述べた通りであり、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による第1回目露光作動時には、 $I < 0$ であるので、ステップ1208に進み、そこでビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループのライン番号1からライン番号 $((i-1) * A / C + 1)$ までのビットデータが読み出されるが、しかし $i=1$ のとき、 $((i-1) * A / C + 1) = 1$ となるので、この場合には該奇数番目の各グループのライン番号1からビットデータが読み出される。

【0070】ステップ1210では、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動が開始され、この露光作動は第1回目露光作動となる($i=1$)。要するに、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループのライン番号1から読み出されたビットデータに従って第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)のY軸に沿う第1ラインの1280個のマイクロミラーが動作させられ、これにより第1回目露光作動が開始される。第1回目露光作動の開始後、ステップ1211に進み、そこでカウンタiのカウンタ数が“1”だけインCREMENTされ、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による第2回目露光作動に備える。

【0071】ステップ1212では、フラグF2が“0”であるか“1”であるかが判断される。初期段階では、 $F2=0$ であるので、ステップ1213に進み、そこで第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)が描画開始位置に到達したか否かが判断される。この初期段階では、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)は描画開始位置に到達していないので、ステップ1221にスキップし、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による描画作動が完了したか否かが判断される。

【0072】この初期段階では、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による描画作動は完了していないので、ステップ1221からステップ1222に進み、そこで第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)が露光作動開始時から距離dだけ移動したか否かが監視される。勿論、先に述べたように、距離dは一面素露光領域のサイズC(20 μ m)以下の距離となる。ス

テップ1222で第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による距離dの移動が確認されると、ステップ1223に進み、そこで第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動が停止される。

【0073】ステップ1224では、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)が描画開始位置から距離Aの倍数だけ移動したか否かが監視される。第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)の描画開始位置から距離Aの倍数までの移動が確認されると、ステップ1205に戻る。即ち、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動が繰り返されて(ステップ1210)、カウンタiのカウンタ数が“1”ずつインCREMENTとされる(ステップ1211)。

【0074】先に述べたように、 $A=4C$ の例では、一面素露光領域については256回にわたって多重露光が行われる。このような例においては、カウンタiのカウンタ数が256に到達するまでは、 $I < 0$ であるので、256回目までの露光作動では、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループのライン番号1からライン番号 $((i-1) * A / C + 1)$ までのビットデータが読み出されることになる(ステップ1208)。しかしながら、カウンタiのカウンタ数が257以上になると、 $I > 0$ となり、このときステップ1207からステップ1209に進み、そこでビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからビットデータが読み出されるべきライン番号は $(I+1)$ から $((i-1) * A / C + 1)$ までとなる。勿論、この場合には、ビット・マップ・メモリ42の奇数番目の各グループからビットデータが読み出されるラインの総数は1024本となる。

【0075】第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動中に、ステップ1213で描画開始位置への第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)の到達が確認されると、ステップ1213からステップ1214に進み、そこでフラグF2が“0”から“1”に書き換えられる。次いで、ステップ1215に進み、そこで以下の演算が行われる。

$$J \leftarrow ((j-1) * A / C + 1) - 1024$$

【0076】ステップ1216では、Jが“0”以下であるか否かが判断される。上記演算式の意味は既に述べた通りであり、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による第1回目露光作動時には、 $J < 0$ であるので、ステップ1217に進み、そこでビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループのライン番号1からライン番号 $((j-1) * A / C + 1)$ までのビットデータが読み出されるが、しかし $j=1$ のとき、 $((j-1) * A / C + 1) = 1$ となるので、この場合には該偶数番目の各グループのライン番号1からビットデータが読み出される。

【0077】ステップ1219では、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による露光作動が開始さ

れ、この露光作動は第1回目露光作動となる($j=1$)。要するに、ビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループのライン番号1から読み出されたビットデータに従って第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)のY軸に沿う第1ラインの1280個のマイクロミラーが動作させられ、これにより第1回目露光作動が開始される。第1回目露光作動の開始後、ステップ1220に進み、そこでカウンタjのカウンタ数が“1”だけインCREMENTされ、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による第2回目露光作動に備える。

【0078】ステップ1220でカウンタjのカウンタ数が“1”だけインCREMENTされた後に、ステップ1221に進み、そこで第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による描画作動が完了したか否かが判断される。第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による描画作動が完了していないとき、ステップ1222に進み、そこで第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)と第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)とが露光作動開始時から距離dだけ移動したか否かが監視される。ステップ1222で第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)と第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)とによる距離dの移動が確認されると、ステップ1223に進み、そこで第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)と第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)とによる露光作動が停止される。

【0079】ステップ1224では、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)と第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)とが描画開始位置から距離Aの倍数だけ移動したか否かが監視される。ステップ1224で第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)と第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)との描画開始位置から距離Aの倍数までの移動が確認されると、ステップ1205に戻る。即ち、第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動と第2列目の第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による露光作動とが繰り返されて(ステップ1210及びステップ1219)、カウンタi及びjのカウンタ数が“1”ずつインCREMENTされる(ステップ1211及びステップ1220)。なお、この時点では、 $F2=1$ となっているために、ステップ1212からステップ1213及び1214を迂回してステップ1215に進むことになる。

【0080】第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による露光作動の場合と同様に、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による露光作動の場合においても、 $A=4C$ の例では、一画素露光領域については256回にわたって多重露光が行われる。従って、カウンタjのカウンタ数が256に到達するまでは、 $J<0$ であるので、256回目までの露光作動では、ビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループのライン番号1

からライン番号($(j-1) \cdot A/C + 1$)までのビットデータが読み出されることになる(ステップ1217)。しかしながら、カウンタjのカウンタ数が257以上になると、 $J>0$ となり、このときステップ1216からステップ1218に進み、そこでビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループからビットデータが読み出されるべきライン番号は($J+1$)から($(j-1) \cdot A/C + 1$)までとなる。勿論、この場合には、ビット・マップ・メモリ42の偶数番目の各グループからビットデータが読み出されるラインの総数は1024本となる。

【0081】ステップ1221で第1列目のDMDユニット($18_1, \dots, 18_8$)による描画作動が完了したことが確認されると、ステップ1221からステップ1225に進み、そこでフラグF1が“0”から“1”に書き換えられる。次いで、ステップ1226では、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による描画作動が完了したか否かが判断される。第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による描画作動が完了していないとき、ステップ1226からステップ1222に進み、そこで第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)が露光作動開始時から距離dだけ移動したか否かが監視される。第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による距離dの移動が確認されると、ステップ1223に進み、そこで第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による露光作動が停止される。

【0082】ステップ1224では、第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)が描画開始位置から距離Aの倍数だけ移動したか否かが監視される。第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)の描画開始位置から距離Aの倍数までの移動が確認されると、ステップ1205に戻るけれども、このとき $F1=1$ となっているので、ステップ1205からステップ1212までスキップし、このため第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による露光作動だけが繰り返されて(ステップ1219)、カウンタjのカウンタ数が“1”ずつインCREMENTされる(ステップ1220)。

【0083】ステップ1226で第2列目のDMDユニット($20_1, \dots, 20_7$)による描画作動が完了したことが確認されると、ステップ1226からステップ1227に進み、そこで駆動モータ46が逆駆動させられて描画テーブル14はその原点位置に向かって戻される。次いで、ステップ1228では、描画テーブル14が原点位置に到達したか否かが監視され、描画テーブル14の原点位置への到達が確認されると、駆動モータ46の駆動が停止されて、本ルーチンの実行が終了する。

【0084】

【発明の効果】以上の記載から明らかなように、本発明にあっては、マトリックス状に配列された多数の変調素子を持つ露光ユニットを用いて行う従来の露光方式、即

ちステップ・アンド・リピート方式とは異なって、該露光ユニットを描画テーブルに対して相対的に一定速度で連続的に移動させつつ描画を行うことができるので、回路パターン全体の描画に必要とされる時間を短縮し得るという作用効果が得られる。なお、双方の全体の描画時間についての具体的な比較はないが、しかしステップ・アンド・リピート方式では、露光時間と描画テーブルの移動時間とは別々のものであるのに対して、本発明による多重露光描画方法では、露光時間が描画テーブルの移動時間中に含まれるということから、本発明による全体の描画時間の短縮化については明らかである。

【0085】また、本発明にあつては、従来のステップ・アンド・リピート方式のように、描画テーブルが間欠的に繰り返し移動させられることはないので、描画テーブルを頻繁に加速及び減速させる必要はなく、このため描画テーブルの駆動系が故障し難いという作用効果も得られる。

【0086】本発明により得られる特徴的な作用効果の1つとして、露光ユニット内の変調素子の幾つかが正常に機能しなくなったとしても、画素欠陥を生じさせることなく回路パターンの描画を適正に行い得るという点も挙げられる。というのは、描画回路パターンの個々の一面素露光領域は数百回以上の露光作動にわたる多重露光によって得られるので、そのうちの数回程度の露光作動が正常に行われなかったとしても、その一面素露光領域の総露光量は十分に得られるからである。

【0087】また、本発明により得られる特徴的な別の作用効果として、個々の露光ユニットに組み込まれる結像光学系に起因する露光むらがあったとしても、その露光むらの影響は数百回以上の多重露光のために小さくされるという点も挙げられる。

【0088】本発明により得られる特徴的な更に別の作用効果として、光源装置の出力が低くても、数百回以上の多重露光のために十分な露光量が確保し得る点も挙げられる。換言すれば、本発明による多重露光描画方法及び多重露光描画装置に用いられる光源装置については安価に構成し得ることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による多重露光描画装置の概略斜視図である。

【図2】本発明による多重露光描画装置で用いるDMDユニットの機能を説明するための概略概念図である。

【図3】図1に示す多重露光描画装置の描画テーブル上の被描画体の描画面を含む平面上に定義されたX-Y直交座標系を説明するための平面図である。

【図4】本発明による多重露光描画装置のDMDユニットの個々のマイクロミラーによって得られる一面素露光領域を示す平面図である。

【図5】図4と同様な平面図であつて、図4に示す一面

素露光領域がそのサイズ以下の距離だけ移動した状態を示す図である。

【図6】図4に示す一面素露光領域が図5に示す位置まで連続的に移動した際の露光量分布を示すグラフである。

【図7】図4及び図5と同様な平面図であつて、図6に示す露光量分布に基づいて本発明に従って定義される一面素露光領域を示す図である。

【図8】本発明による多重露光描画装置で描画するべき回路パターンの描画データ（ラストデータ）の一部をビット・マップ・メモリ上に展開された状態で示す模式図である。

【図9】本発明による多重露光描画装置により図8の描画データに基づいて回路パターンを多重露光方式で描画する際の原理を説明するための図である。

【図10】図9に示した多重露光方式で描画された際の一面素露光領域の多重露光量を示すグラフである。

【図11】本発明による多重露光描画装置のブロック図である。

【図12】本発明による多重露光描画装置で実行される描画ルーチンのフローチャートの一部分である。

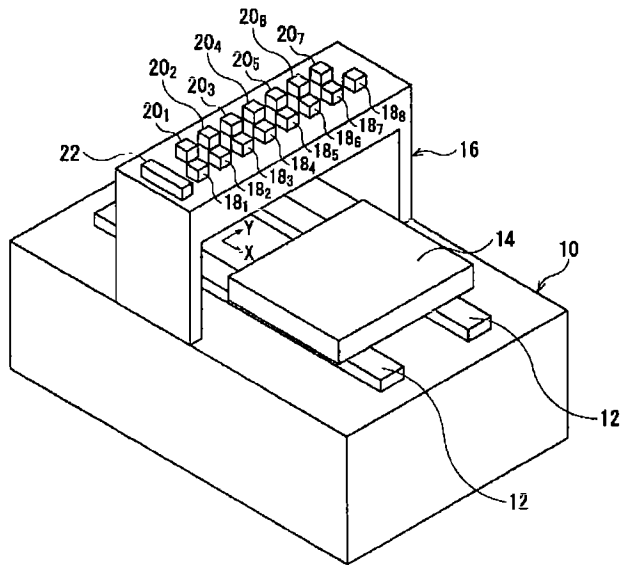
【図13】本発明による多重露光描画装置で実行される描画ルーチンのフローチャートのその他の部分である。

【図14】本発明による多重露光描画装置で実行される描画ルーチンのフローチャートの残りの部分である。

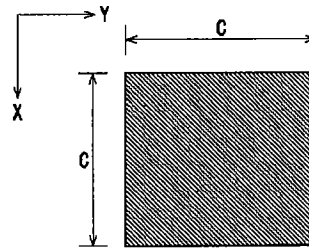
【符号の説明】

- 10 基台
- 12 ガイドレール
- 14 描画テーブル
- 16 ゲート状構造体
- 18₁…18₈ 第1列目の露光ユニット
- 20₁…20₇ 第2列目の露光ユニット
- 24 各DMDユニットの反射面
- 26 各DMDユニットの照明光学系
- 28 各DMDユニットの結像光学系
- 30 光ファイバケーブル
- 32 描画面
- 34 システムコントロール回路
- 36 ハードディスク装置
- 38 キーボード
- 40 ラスタ変換回路
- 42 ビット・マップ・メモリ
- 44 DMD駆動回路
- 46 駆動モータ
- 48 駆動回路
- 50 X軸制御回路
- 52 X位置検出センサ
- 54 X軸リニアスケール

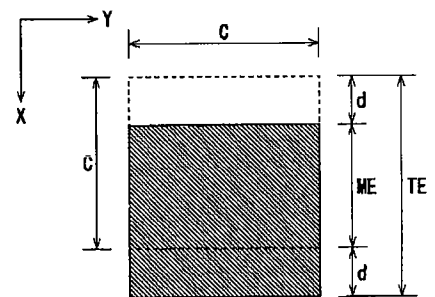
【図1】



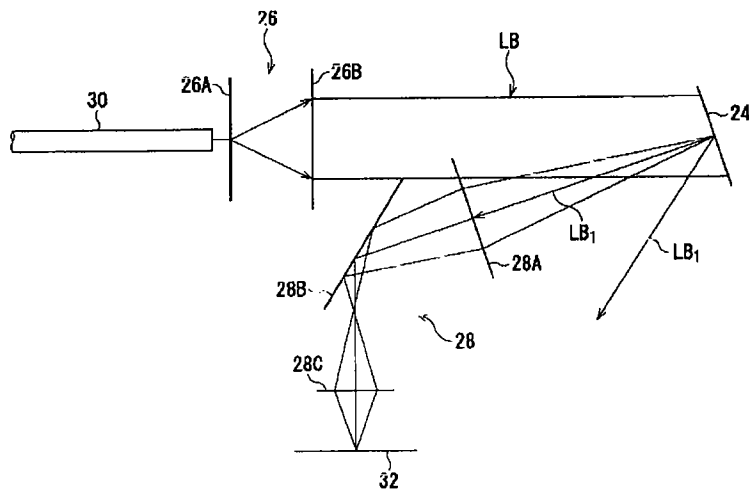
【図4】



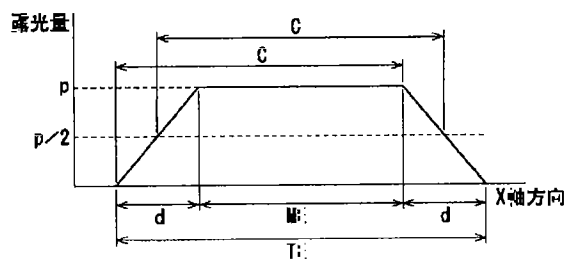
【図5】



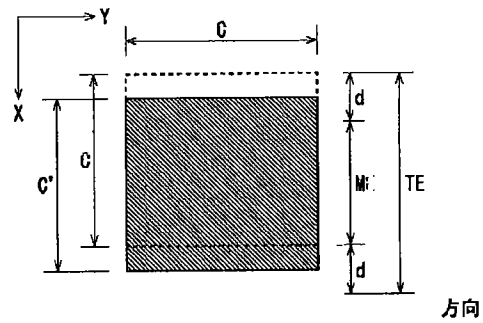
【図2】



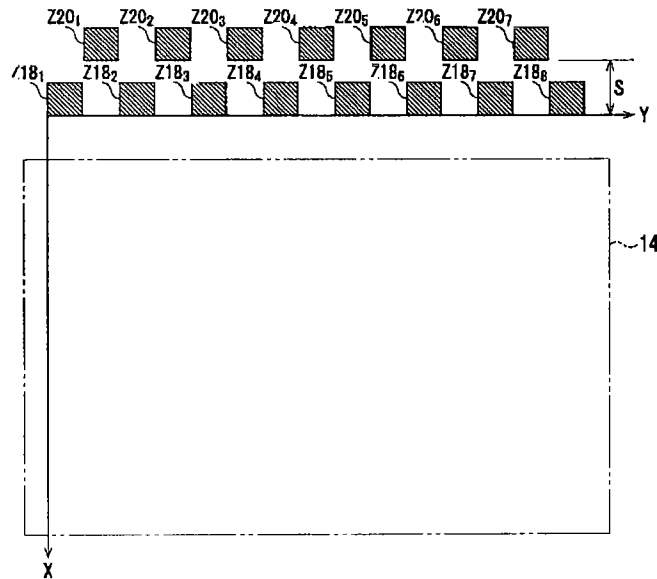
【図6】



【図7】



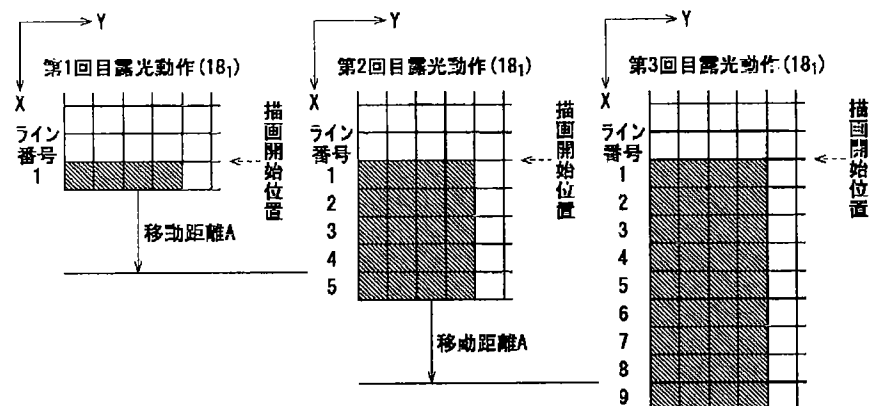
【図3】



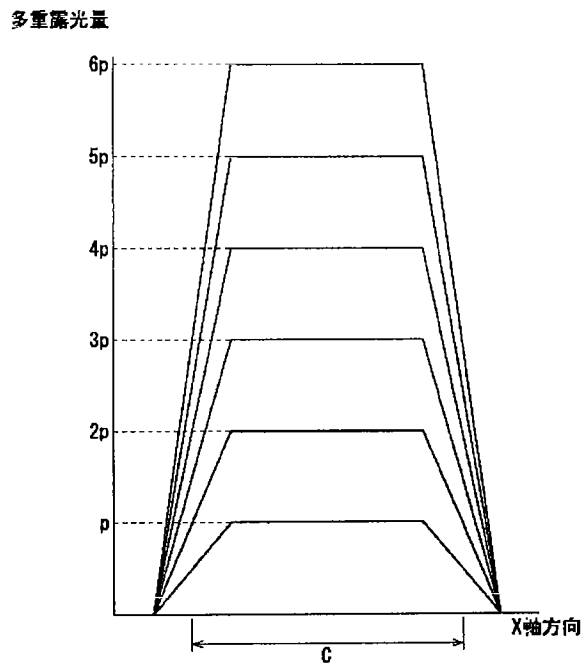
【図8】

| ライン番号 N | 第1番目 (18 ₁) 1280ビット | 第2番目 (20 ₁) 1280ビット | 第3番目 (18 ₂) 1280ビット | ... | 第13番目 (18 ₇) 1280ビット | 第14番目 (20 ₇) 1280ビット | 第15番目 (18 ₈) 1280ビット |
|------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 2 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 3 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 4 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 5 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 6 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 7 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 8 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 9 | 11110...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 10 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 11 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| 12 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| N-3 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N-2 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N-1 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+1 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+2 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |
| N+3 | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 | ..... | 00000...00000 | 00000...00000 | 00000...00000 |

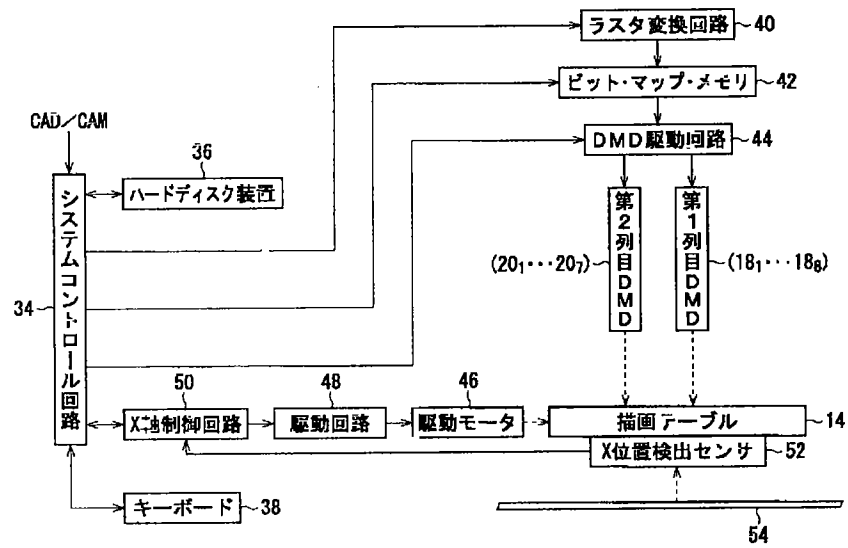
【図9】



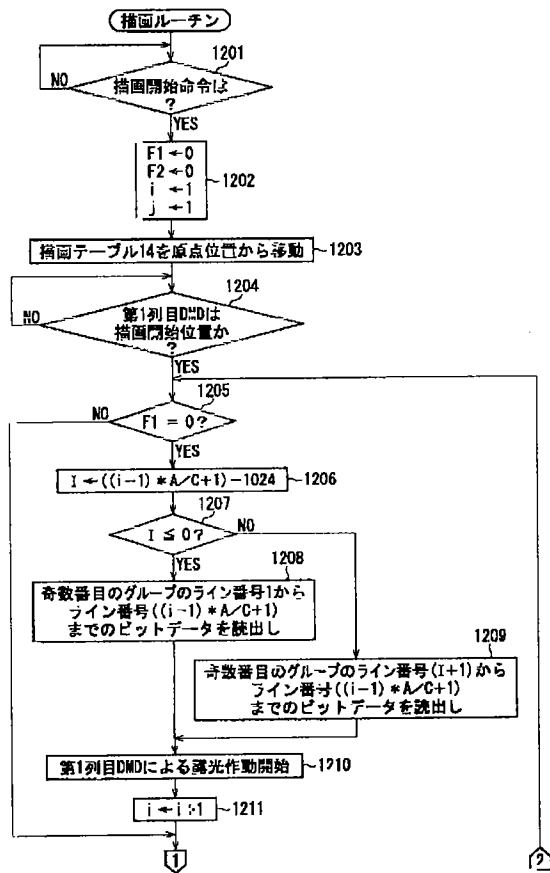
【図10】



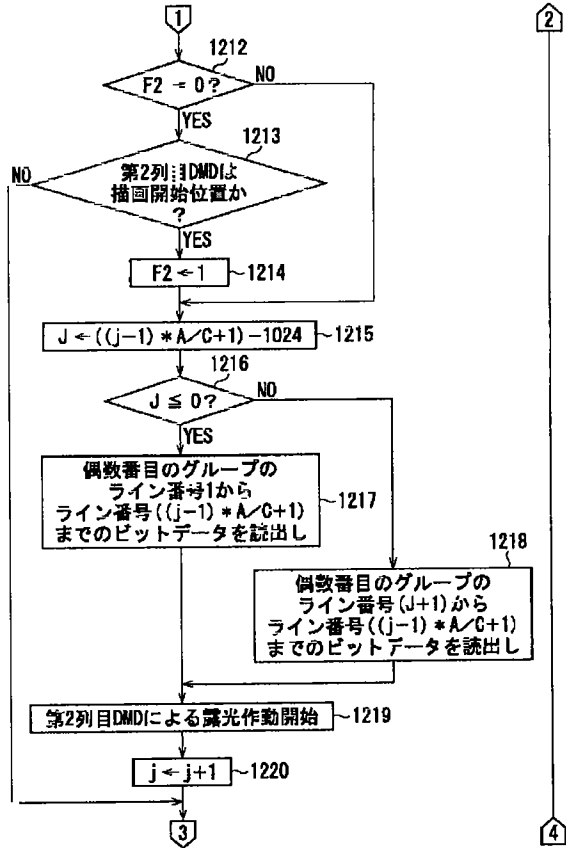
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

